

# **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

## **DISEÑO EXPERTO SIG PARA LA GESTIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN ENTORNO URBANO: APLICACIÓN AL CONSORCIO MONUMENTAL DE MÉRIDA**

***Autor/a: Diego Gaspar Rodríguez***

***Director/a: María Sebastián López***

***Tutor/a: Teresa Barrientos Vera***

**Máster Universitario en  
Tecnologías de la información geográfica para la ordenación  
del territorio: sistemas de información geográfica y  
teledetección**

**Diciembre de 2016**

**Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio**



**Universidad  
Zaragoza**



**Resumen:** Las dificultades a las que debe hacer frente la ciudad de Mérida (España) para preservar su importante patrimonio arqueológico y permitir el desarrollo urbanístico llevaron al Consorcio Monumental de Mérida, encargado tanto de la protección de los monumentos arqueológicos como de la gestión de las obras que se ejecutan en el municipio, a generar herramientas que permitiesen hacer frente a las continuas incidencias urbanísticas que produce el desarrollo de la ciudad.

Con esto en mente, desde la dirección del Departamento de Documentación se encargó la realización del presente trabajo, con el fin de dotar al Consorcio de las herramientas necesarias para enlazar la información de carácter arqueológico y urbanístico, así como normalizar y conectar las diversas bases de datos de los departamentos de Documentación y Administración con el fin de dotarlas de información espacial.

De este modo, este modelo se aplicó en las zonas de protección I y II contempladas en el Plan General de Ordenación Urbana, las cuales abarcan los límites de la ciudad romana antigua y, por tanto, tienen mayor posibilidad de albergar restos.

**Palabras clave:** patrimonio arqueológico, Mérida, SIG, modelo de datos, metadatos, urbanismo.

**Abstract:** The difficulties that the town of Merida (Spain) has to deal with in order to preserve their significant archaeological heritage as well as allow urban development led by the Monumental Consortium of Merida. In charge of both the protection of the archaeological monuments and the management of the work executed in the municipality, to generate tools that would allow the control of the continuous urbanistic incidents produced by the city's development.

With this in mind, the management of the archives department developed this project, in order to provide the Consortium with the necessary tools to link archaeological and urban information, as well as standardize and connect the various databases from the archive and administration departments.

Resulting in, the model being applied to protection zones I and II addressed in the general urbanization plan. These cover the boundaries of the ancient Roman city and therefore, are in an infinitely better position to harbor remains.

**Keywords:** Archaeological heritage, Merida, SIG, data model, metadata, urban planning.

**Agradecimientos:**

El desarrollo de este trabajo se nutre de los conocimientos de varias madres. Por ello, en este apartado quería agradecer de forma pormenorizada a todos estos colaboradores por su implicación en el proyecto. En primer lugar, quisiera expresar mi agradecimiento a todos los miembros del Consorcio Monumental de Mérida por su interés y calurosa acogida.

En segundo lugar, a Teresa Barrientos, directora del Departamento de Documentación, por su apoyo constante; sin sus continuas gestiones no habría sido posible llevarlo a cabo.

También merece especial mención Isidoro Barrantes, informático del centro, por fabricar tiempo de donde no lo había para mi formación.

Por último, pero no menos importante, a la Dra. María Sebastián por su implicación en el proyecto, por corregir constantemente mis incongruencias metodológicas para convertir esta memoria en algo legible; sé que ha sido duro.

Para todos, mi más sincero agradecimiento, todo lo bueno que pueda tener este trabajo parte de ellos.

## ÍNDICE:

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Antecedentes .....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Los SIG y su aplicación en arqueología .....	12
1.1.2. El SIG arqueológico de Mérida.....	14
<b>1.2. Justificación: El Consorcio Monumental de la ciudad de Mérida, una gestión a gran escala. ....</b>	<b>22</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>26</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>27</b>
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
4.1. Fuentes de información .....	29
4.2. Fases de trabajo y diseño conceptual .....	33
<b>5. DESARROLLO .....</b>	<b>34</b>
5.1. Planteamiento del problema a resolver:.....	34
5.2. Documentación y análisis de antecedentes: .....	35
5.3. Diseño de modelo de base de datos .....	38
5.4. Captura y volcado de información a la base de datos .....	52
5.5. Volcado y edición cartográfica de la información .....	55
5.6. Arquitectura de la información conforme a un IDE (Infraestructura de Datos Espacial) a través de su diseño en Postgres .....	63
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>80</b>
<b>7. PROPUESTAS DE MEJORA .....</b>	<b>84</b>
<b>8. CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>9. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>87</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS:

<i>Fig. 1. Principales monumentos arqueológicos de la ciudad de Mérida (España).</i> .....	11
<i>Fig. 2. Principales hitos tras la fundación del Departamento de Documentación</i> .....	17
<i>Fig. 3. Planimetrías en formato CAD incorporadas al SIG.</i> .....	17
<i>Fig. 4. Cartografías del PGOU</i> .....	18
<i>Fig. 5. Distribución de yacimientos recogidos en la Carta Arqueológica de Extremadura</i> .....	18
<i>Fig. 6. Parcelario catastral de 2011</i> .....	19
<i>Fig. 7. Fases de ordenación urbana del Municipio de Mérida</i> .....	24
<i>Fig. 8. Niveles de protección para el patrimonio arqueológico de Mérida. Fuente: elaboración propia</i> .....	28
<i>Fig. 9. Captura de pantalla de la base de datos del Departamento de Documentación</i> .....	29
<i>Fig. 10. Captura de pantalla de la tabla de Excel proporcionada por el Departamento de Documentación.</i> .....	30
<i>Fig. 11. Captura de pantalla de la página del Catastro para consulta de datos catastrales.</i> .....	31
<i>Fig. 12. Captura de pantalla del Templo de Diana en Street View</i> .....	32
<i>Fig. 13. Captura de pantalla de la plataforma de ArcGIS Online donde se observa la documentación generada en el proceso de captura de datos.</i> .....	32
<i>Fig. 14. Diagrama donde se resumen todas las fases del trabajo desarrollado en el Consorcio Monumental de Mérida</i> .....	33
<i>Fig. 15. Pasos a seguir para generar una base de datos.</i> .....	34
<i>Fig. 16. Modelos de bases de datos más frecuentes (Olaya, 2011: 186)</i> .....	38
<i>Fig. 17. Captura de pantalla donde se aprecia la página de la cuenta de ArcGIS Online y el nombre del grupo de trabajo.</i> .....	53
<i>Fig. 18. Captura de pantalla donde se observa la publicación de los datos como un servicio alojado.</i> .....	53
<i>Fig. 19. Captura de pantalla donde se aprecian las capas que van a formar parte del mapa empleado en Collector for ArcGIS</i> .....	54
<i>Fig.20. Proceso de captura de la información temática de interés</i> .....	55
<i>Fig. 21. Plantilla desarrollada para el Consorcio Monumental de Mérida</i> .....	56
<i>Fig. 22. Distribución de los diferentes tipos de sótanos de interés arqueológico en las zonas I y II.</i> .....	58
<i>Fig. 23. Tipos de propietarios considerados en las zonas I y II</i> .....	59
<i>Fig. 24. Tipos de propiedad presentes en la zona del Foro.</i> .....	60
<i>Fig. 25. Tipos de parcelas consideradas de interés arqueológico</i> .....	61

<b>Fig. 26. Tipos de edificios considerados de interés arqueológico .....</b>	<b>62</b>
<b>Fig. 27. Captura de pantalla donde se aprecia el documento con los metadatos de las capas de la Base de Datos.....</b>	<b>65</b>
<b>Fig. 28. Temas y anexos INSPIRE. Fuente: <a href="http://www.siose.es">www.siose.es</a>.....</b>	<b>68</b>
<b>Fig. 29. captura de pantalla donde se aprecian los metadatos de la capa .....</b>	<b>69</b>
<b>Fig. 30. Captura de pantalla de la página del Consorcio, donde se aprecia que el enlace de acceso al catálogo del departamento aún está en construcción. ....</b>	<b>70</b>
<b>Fig. 31. Captura de pantalla donde se aprecia la interfaz del departamento con el visor de mapas. ....</b>	<b>71</b>
<b>Fig. 32. Estructura del sistema (Barrantes et al, 2011: 696).....</b>	<b>73</b>
<b>Fig. 33. Captura de pantalla donde se aprecia el volcado de las capas a PostGIS.....</b>	<b>73</b>
<b>Fig. 34. Captura de pantalla donde se aprecia la interfaz de PhpPgAdmin .....</b>	<b>74</b>
<b>Fig. 35. Captura de pantalla donde se aprecia el proceso de creación de uno de los dominios .....</b>	<b>74</b>
<b>Fig. 36. Captura de pantalla donde se aprecia la sentencia SQL para cambiar la información original de los campos al de los dominios. ....</b>	<b>75</b>
<b>Fig. 37. Usuarios con acceso a la base de datos del Consorcio (en negro los que acceden actualmente y en azul los planeados para el futuro). Fuente: elaboración propia .....</b>	<b>76</b>
<b>Fig. 38. Agrupación de capas básicas del sistema (Barrantes et al, 2011: 695). ....</b>	<b>78</b>
<b>Fig. 39. Captura de pantalla donde se muestra la superposición de la capa de potencialidad arqueológica y la de cortes arqueológicos.....</b>	<b>82</b>
<b>Fig. 40. Captura de pantalla donde se muestran los atributos de la parcela y los anexos de la misma .....</b>	<b>83</b>
<b>Fig. 41. Captura de pantalla donde se aprecian los hipervínculos entre las parcelas y la página catastral .....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE TABLAS:

<i>Tabla 1. Cronograma del proyecto .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2. Sistema para representar los datos en el modelo relacional .....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 3. Conjunto de tablas donde se aprecian subrayados los distintos atributos clave .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 4. Relaciones entre las tablas empleadas en el desarrollo del trabajo .....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5. Conjunto de relaciones entre tablas.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 6: Mínimo de elementos que permiten describir un conjunto de datos según la norma ISO 19115.....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 7. Elementos que tiene y elementos a completar para habilitar la IDE del Consorcio .....</i>	<i>81</i>

## 1. INTRODUCCIÓN

Este documento constituye la memoria del Trabajo Fin de Máster correspondiente al Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geográfica: SIG y Teledetección de la Universidad de Zaragoza, impartido por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

El contenido del proyecto corresponde a las prácticas realizadas en el Consorcio Monumental de Mérida, específicamente dentro del Departamento de Documentación, estando estas enfocadas a la realización de actividades relacionadas con los Sistemas de Información Geográficos aplicados a la arqueología, concretamente a la gestión del patrimonio arqueológico en entorno urbano, con todos los problemas que ello conlleva. El tiempo de realización de las prácticas abarcó los meses de septiembre y octubre, teniendo una duración estimada de 450 horas.

La tutorización desde el Departamento de Documentación le correspondió a la Dra. Teresa Barrientos Vera, responsable de dicho departamento, mientras que la dirección del proyecto en la Universidad de Zaragoza quedó en manos de la Dra. María Sebastián López, profesora del Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

El Departamento de Documentación aglutina, entre sus muchas competencias, el control y seguimiento de todas las obras que se realizan dentro de todo el parcelario del municipio; con incidencia o no en el subsuelo, para lo cual cuenta con varios especialistas tales como arqueólogos, topógrafos, dibujantes, informáticos etc. De este modo, dentro del departamento se aborda la difícil misión de garantizar la conservación del patrimonio arqueológico a la vez que se facilitan los mecanismos para el desarrollo urbanístico de la ciudad. Es en torno a la gestión de las relaciones entre patrimonio arqueológico y desarrollo urbanístico donde se enmarcan las actividades realizadas dentro del Consorcio, ya que el mismo no contaba con un sistema eficaz que permitiese gestionar y controlar las múltiples actividades urbanísticas, tanto legales como ilegales, que se ejecutan en el centro urbano de la ciudad.

A continuación, en la Tabla 1 se muestra la relación de tareas realizadas y su duración, además de una estimación del mínimo de horas y días invertidos para la redacción de la memoria.



**Tabla 1.** Cronograma del proyecto.

SEPTIEMBRE															
Tareas	Horas				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Planteamiento de objetivos y problemas a resolver	8				6	2									
Consulta de documentación y análisis de antecedentes	52					6	4	2	8	8	8	8	8		
SEPTIEMBRE		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Diseño del modelo de datos	38	6	8	8	8	8									
Habilitación del sistema de captura de datos	12						6	6							
Captura de datos en campo	148								9	10	9	9	9	6	6
SEPTIEMBRE-OCTUBRE		26	27	28	29	30	1	2							
Captura de datos en campo	148	6	5	9	9	5	6	6							
Recogida y tratamiento de datos de la base de Administración	9	2	3			4									

OCTUBRE															
Tareas	Horas	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Captura de datos en campo	148	9	9	9	9	9	6	2							
Tramitación de solicitud de información catastral	6								2	4					
Redacción de memoria y anexos	30								1	3	2	2	2	5	5
Volcado de datos del departamento de Documentación	26								5		7	7	7		
OCTUBRE		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Volcado de datos catastrales a la base de datos	61	9	9	9	9	9	8	8							
Paso de información al SGBD	16								2	2	6	4	2		
Diseño de plantilla cartográfica	38								5	6	9	9	9		
Explicación de estándar de metadatos según directiva INSPIRE	9										1	3	5		
Redacción de memoria y anexos	30													5	5
OCTUBRE-NOVIEMBRE		31	1	2	3	4	5	6							
Análisis de resultados y corrección de errores	19	6	4	7	2										

Noviembre: Trabajo autónomo															
Tareas	Horas	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Redacción de memoria final	98		6	8	6	6	9	8	6	6	8	11	10	6	8
Diseño de cartografía	12		2		2	2		2	2	2					

<b>Total prácticas</b>	<b>459 horas</b>
<b>Total trabajo autónomo</b>	<b>123 horas</b>
<b>Total</b>	<b>582 horas</b>

## 1.1 Antecedentes

La ciudad de Mérida, fundada como *Eméríta Augusta* en el 25 a. C., ha estado ocupada desde hace más de 2000 años, conservando las huellas de muchas de las culturas que la poblaron en los múltiples monumentos dispersos por la urbe. De este modo, la ciudad alberga un importante conjunto de restos romanos (teatro, anfiteatro, circo, puentes, acueductos, restos del foro, templos etc.), visigodos (basílica de Santa Eulalia y *Xenodoquium*), islámicos (alcazaba) así como medievales, cristianos etc. (Fig. 1).

Esta importante riqueza monumental representa hoy día el futuro de la ciudad, la cual ha enfocado sus esfuerzos en fomentar el turismo de carácter cultural. De este modo, la relevancia que para el municipio tiene la conservación, investigación y difusión de su patrimonio inmueble fue el germen sobre el que se fundó el hoy conocido como Consorcio Monumental Histórico-Artístico y Arqueológico de Mérida.

La preocupación por el patrimonio de la ciudad se inicia en el siglo XV, con la difusión del humanismo, aunque anteriormente los árabes se habían interesado por la conservación de estos monumentos. Así, a lo largo del siglo XVI, muchos fueron los viajeros y eruditos inquietos por la situación de los antiguos monumentos de la ciudad, fraguándose esta preocupación en las primeras medidas de preservación de los restos romanos en 1677 por parte de las autoridades municipales.

Entre 1794 y 1797 se realizan las primeras excavaciones sistemáticas en varios monumentos y, ya en 1838, se funda en Mérida el Museo Arqueológico pero, aún no se desempeñaron labores de importancia para preservar los yacimientos. No fue hasta 1844, con la creación de la Comisión de Monumentos Históricos y Artísticos de Badajoz, cuando se funda una Subcomisión de Monumentos de Mérida, si bien su aportación a la protección del patrimonio emeritense fue también nula, debido a los problemas internos entre sus miembros.

Finalmente, en el siglo XX con la creación de la Ley de Excavaciones y Antigüedades de 1911 y la fundación de la Junta Superior de Excavaciones y Antigüedades un año después, se propicia la protección del patrimonio emeritense y la programación de nuevas campañas entre los años 1910-1927 en el teatro, circo y otros monumentos.

## PRINCIPALES MONUMENTOS ARQUEOLÓGICOS DE MÉRIDA



### Periodo



Medieval

Moderno

Romano

### Bases espaciales:

PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

### Información temática:

Consorcio Monumental de Mérida

### Elaboración cartográfica:

Autor: Diego Gaspar Rodríguez

Escala: 1:6000



**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

**Fig. 1.** Principales monumentos arqueológicos de la ciudad de Mérida (España).

Tras la Guerra Civil, hubo que esperar hasta los años 60 para que se vuelvan a producir medidas de protección para la ciudad, creándose en 1963 el Patronato de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida. Asimismo, en 1971 se constituye la Comisión de Protección del Patrimonio Histórico-Artístico y Arqueológico de Mérida. Además, en 1973 se declara a Mérida como Conjunto Histórico-Artístico Arqueológico Nacional, el primer caso en España y en 1976 se funda el Museo Nacional de Arte Romano. Por último, en 1993 se declara a Mérida Patrimonio de la Humanidad y en 1996 se crea definitivamente el Consorcio (Mora, 2004: 25).

Este organismo se funda como entidad de derecho público mediante la asociación de cuatro instituciones. Su objetivo no era otro que el de conservar, proteger, mantener y poner en valor el conjunto monumental de la ciudad además de supervisar todas las obras urbanísticas, especialmente aquellas que tienen incidencia en el subsuelo, de la ciudad. Es precisamente esta preocupación por el desarrollo urbano y el deseo de integrar las estructuras antiguas dentro del mismo (Lozano, 1999:13) lo que hace tan necesario el empleo de herramientas que permitan gestionar este volumen de información. Es en este punto donde entran las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), los cuales se articulan como una solución eficaz para gestionar la información derivada de la actividad urbanística y, al mismo tiempo, relacionarla con la información arqueológica.

#### 1.1.1. Los SIG y su aplicación en arqueología

El empleo de las denominadas Tecnologías de la Información Geográfica, popularmente conocidas como TIG, en el ámbito de la arqueología ha generado, al igual que en tantas otras disciplinas, un profundo debate en torno tanto a su eficacia como a los límites de sus competencias a la hora de generar conocimiento. De este modo, mientras que diversos investigadores se han erigido en defensores del uso de estas herramientas para la generación de conocimiento científico (Wheatley and Gillings, 2003), muchos otros han cuestionado las bases teóricas subyacentes a la hora de emplear las TIG en arqueología (González, 1998: 72).

En este sentido, mientras que los valedores del empleo de las TIG consideran que las mismas pueden ayudar a resolver viejos problemas y abrir nuevas vías de

investigación, los detractores consideran que estas nuevas tecnologías desvirtúan el objeto de investigación. De este modo, la principal duda que genera su empleo es si es la hipótesis original la que lleva al uso de esta tecnología o si, por el contrario, la rigidez y limitaciones de la propia herramienta condiciona los resultados, a los que se acusa a menudo de deterministas.

Este debate en torno a la forma de empleo y lugar que ocupan las TIG no es solo propio de la arqueología, sino que también ha sido abordado por otras disciplinas como la Geografía, considerada ciencia madre de las TIG. En este sentido, en el ámbito español destaca la discusión científica mantenida entre H. Capel y otra serie de geógrafos encabezados por E. Chuvieco en torno a la naturaleza y lugar que ocupan las TIG (Capel, 2003; Chuvieco et al, 2005; Capel, 2005).

La discusión en torno a las posibilidades, naturaleza y límites de estas tecnologías continúa siendo motivo de intensos debates, si bien es cierto que son muchas las investigaciones llevadas a cabo dentro del campo de la arqueología en las que se ha demostrado su utilidad, casi tantas como en las que los resultados no han sido los esperados.

El empleo de estas tecnologías dentro de la arqueología tiene su origen en lo que se ha dado a conocer como Nueva Arqueología, corriente de la que se derivan el conjunto de planteamientos que se engloban como arqueología del paisaje. De este modo, con esta corriente nace una preocupación por parte de los arqueólogos de encuadrar a las sociedades en el medio con el cual interactúan. En este sentido, las bases teóricas y los límites de las TIG dentro de la arqueología ya han sido expuestos en importantes trabajos tanto a nivel europeo (Vermeulen, 2001; Lock y Stancic, 1995) como dentro de la Península Ibérica (Bermúdez, 2000; Baena et al, 1999).

De este modo, hoy día se pueden encontrar una gran variedad de estudios que emplean las TIG como base. Así, las investigaciones más repetidas se enfocan hacia estudios de visibilidad (Ayala and Fitzjohn, 2002; Sanjuan *et al*, 2006), análisis de desplazamientos de grupos humanos (Grau, 2011; Bermúdez, 2006), predicciones sobre la localización de restos arqueológicos (Sanjuan, 2011; Fernández y Rodrigo, 2009) o reconstrucciones de paisajes antiguos (Sebastián y Martínez, 2011).

Por otro lado, también han sido varias las iniciativas que han empleado las TIG como herramientas para proteger el patrimonio arqueológico. En este sentido, el

principal uso de estas se ha centrado en el almacenamiento de gran cantidad de información espacial, recogiendo la localización, forma, estado y condiciones de los sitios arqueológicos. Dentro de esta línea, destacan los trabajos llevados a cabo en el casco urbano de Écija con el proyecto *AstiGIS* (Sáenz et al, 2000), el uso de los SIG en la Carta Arqueológica de Córdoba (Urbano y Soriano, 2011) o el sistema *Hipodamo*; un sistema de información arqueológica construido sobre GIS (Fiz, 2004), entre otros.

Hoy en día, los límites en las capacidades que tienen los SIG se encuentran más definidos, quedando claro que el objetivo de los mismos no es reproducir la realidad sino representarla de forma esquemática. En este sentido, debe tenerse presente que cualquier proceso de abstracción de la realidad conlleva, de forma intrínseca, la introducción de diversos errores. Sin embargo, su uso en arqueología resulta imprescindible a la hora de trabajar con el conjunto de datos arqueológicos en la medida en la que resulta necesario ubicar espacialmente los diferentes componentes que conforman el registro (Baena, 2003: 7).

En este sentido, destaca la evolución desde las bases de datos, las cuales actuaban como meros almacenes de información, hacia los sistemas de información propiamente dichos, que permiten realizar operaciones sobre la información albergada. Esta función de análisis, tan relevante desde el punto de vista operativo, ha sido infrautilizada en el ámbito de la gestión arqueológica, entendiéndose muchas veces los SIG como meros recipientes y no como las potentes herramientas de análisis que pueden llegar a ser.

Por último, otro proceso evolutivo, aún en desarrollo, pone fin al carácter aislado de los SIG mediante la generación de las llamadas IDEs, las cuales permiten el intercambio de un gran volumen de información normalizada, permitiendo compartir tanto datos como aplicaciones, lo cual facilita la difusión del conocimiento.

#### 1.1.2. El SIG arqueológico de Mérida

La preocupación de las autoridades provinciales, regionales y estatales por la preservación del patrimonio arqueológico dentro del entorno urbano comienza a fraguarse en 1993 con el Proyecto de Arqueología Urbana, bajo la dirección de D. Pedro Mateos Cruz, articulado a través del entonces Patronato de la Ciudad Histórico-Artística

de Mérida al mismo tiempo que se gestaba el actual Departamento de Documentación dentro del Centro de Arqueología.

Es con la aparición de este departamento cuando se comienza a realizar una primera clasificación de la información arqueológica de la ciudad, dividiéndola en función del formato textual o gráfico de la misma. De este modo, la información se dividía en informes de excavación, diarios de excavación, informes de incidencias, memorias arqueológicas, fichas, fotografías, planos y croquis; los cuales eran a su vez clasificados en función del año o la fecha de intervención (Mateos, 1999: 15). Tras la ordenación de todo este apartado documental, nació la necesidad de ubicar espacialmente todos estos datos. Para ello, se comenzó la creación de un cuerpo de fichas que ordenaban y resumían la información. Al mismo tiempo, se elaboraron cuatro planos a escala 1/1000, que abarcaban diversos periodos cronológicos, en los cuales se esquematizaban las planimetrías disponibles.

Con todo este material clasificado, se procedió a la creación de fichas para cada una de las intervenciones arqueológicas, dividiéndolas en sondeos positivos, negativos, excavaciones, incidencias, trabajos de equipo y seguimiento de obras. Toda esta información fue archivada en un ordenador, si bien no se llegó a prescindir del formato en papel, archivándose en carpetas la información de cada una de las intervenciones. En un principio, este sistema de carpetas resultaba operativo hasta que el volumen de arqueólogos e intervenciones aumentó. Fue en este momento cuando el informático del departamento creó una nueva base de datos, empleando como método de clasificación las unidades estratigráficas (ue). El producto generado finalmente fue una base de datos donde se recogía la información de este enorme volumen de fichas y, por otro lado, se almacenaba en una carpeta; bajo el nombre de Intervención, toda la información gráfica y textual, dividida en subcarpetas en función del año.

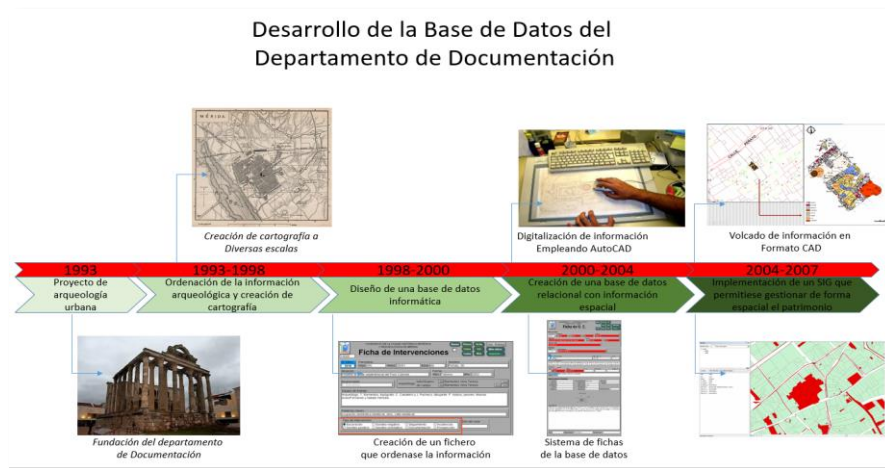
Este sistema de fichas agilizó enormemente el acceso a la información arqueológica por parte de los miembros de la entidad. Pero, al igual que con el archivo en formato papel, con el tiempo estos ordenadores se mostraron insuficientes para administrar de forma efectiva el gran volumen de datos que se iba almacenando. Ante este problema, varios miembros del Departamento de Documentación pusieron en marcha un proyecto para diseñar un sistema de información que permitiese gestionar todos estos datos. De este modo, los objetivos que se perseguían con este proyecto eran, por un lado, la unificación de todas las nomenclaturas y periodos históricos empleados

por los arqueólogos, mediante el empleo de una serie de códigos que permitiesen normalizar la información volcada. Por otro lado, se buscaba incorporar toda la información recogida en campo por los arqueólogos, volcando las impresiones de los planos de cada intervención, y permitir la reconstrucción de grandes estructuras a partir de la superposición de varias intervenciones (Arroyo, 1998: 389).

La estructura de esta base de datos era de tipo relacional, clasificando los datos en varias entidades de datos (intervenciones, unidades estratigráficas, actividades, materiales, planimetría y fotografía). Además, con el objetivo de que cualquier miembro del departamento pudiese consultar o modificar los datos en cualquier momento y desde cualquier lugar se creó una arquitectura cliente/servidor. Por último, se eligió Interbase de Borland como sistema gestor de bases de datos, usando el lenguaje de programación Pascal. Por otro lado, la información planimétrica fue digitalizada en AutoCAD, empleando tabletas digitalizadoras, así como los dibujos de materiales usando el programa CorelDraw; si bien ninguno de estos datos estaba relacionado con la base de datos. De este modo, en esta se incluyeron todas las intervenciones del Consorcio de los últimos 17 años, así como las planimetrías arqueológicas escaneadas y georreferenciadas.

Esta desvinculación entre la información alfanumérica y la información gráfica se convirtió en otra de las principales dificultades durante los siguientes años, ya que generaba problemas de articulación a la hora de acceder a la información. Por ello, se pone en marcha en 2004 la creación de un SIG que permitiese gestionar de forma espacial el patrimonio emeritense (Barrientos et al, 2004: 551). Este proyecto contaba con una primera fase, que se realizó entre el año 2004 y 2007, en la que el principal objetivo era integrar y relacionar toda la documentación existente, con el fin de evitar los problemas de ralentización al cruzar la documentación gráfica y textual. Además, se realizó una revisión de la base de datos del Departamento de Documentación con el fin de corregir problemas y ambigüedades a la hora de controlar la documentación. En un principio, se buscaba extender esta normalización de las bases de datos a los otros departamentos del Consorcio (Administración, Conservación y Difusión), si bien este proceso no llegó a llevarse a cabo, existiendo un desfase entre la base de datos de los distintos departamentos (Fig. 2).

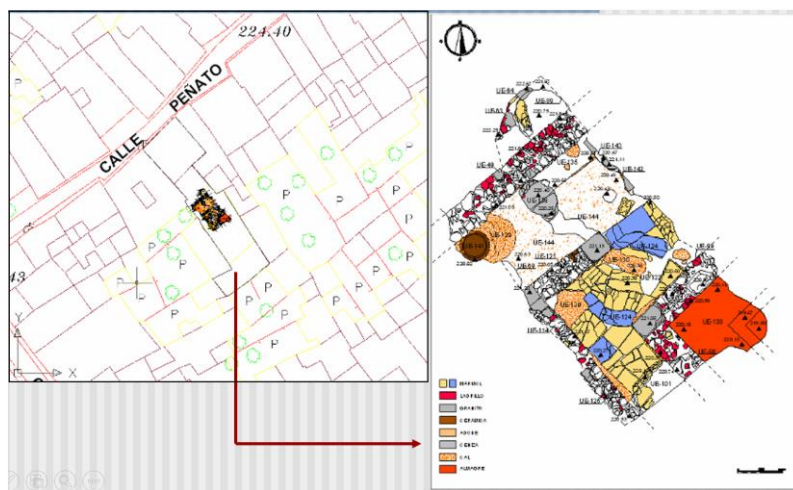




**Fig. 2.** Principales hitos tras la fundación del Departamento de Documentación.

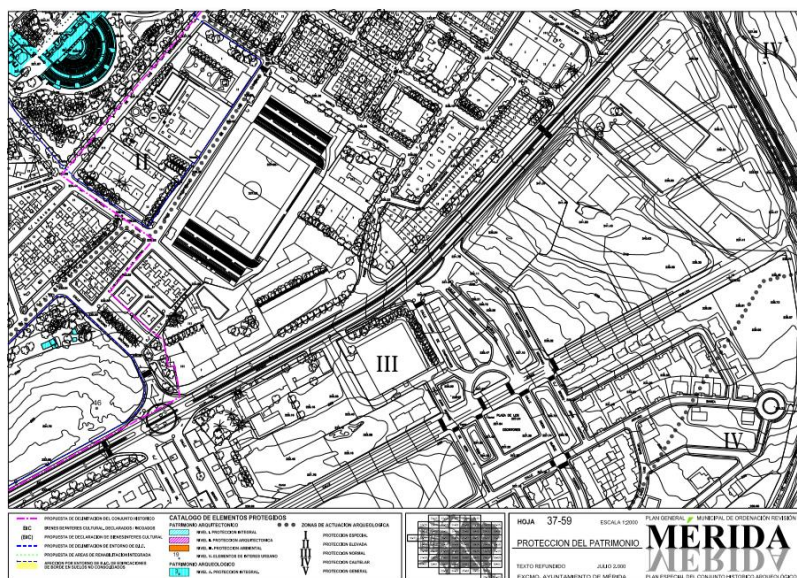
El primer paso de este proyecto fue recopilar todo el material gráfico y textual que fuese útil incorporar a la base de datos. Este se componía de los datos de diversas instituciones:

- Consorcio: la base de datos de las intervenciones en *FileMaker*, planimetrías en formato *dwg* y el resto de documentación de las intervenciones (fotografías, informes, dibujo de materiales, publicaciones...) (Fig. 3).



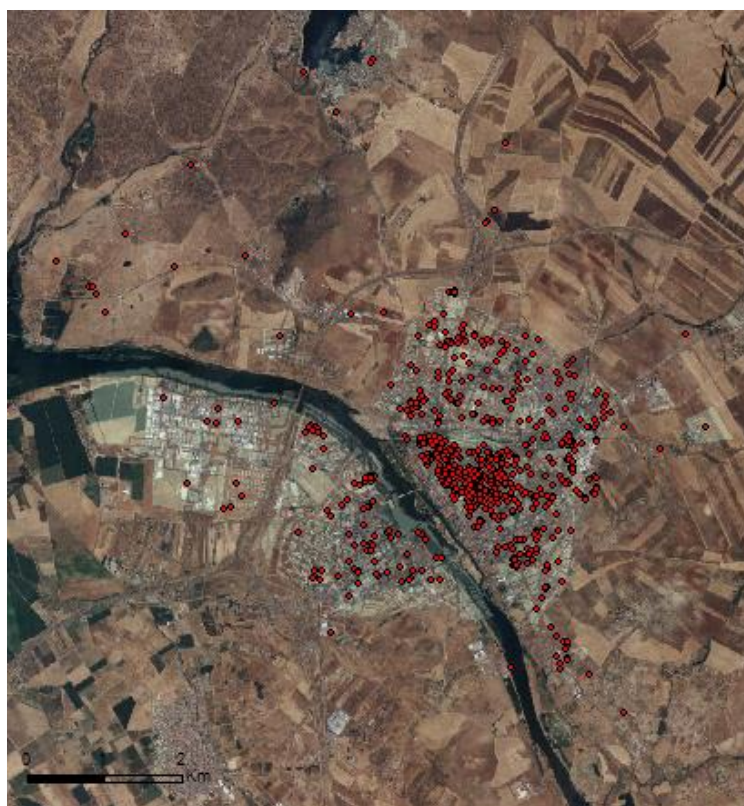
**Fig. 3.** Planimetrías en formato CAD incorporadas al SIG.

- Ayuntamiento de Mérida: catálogos de patrimonio arqueológico y arquitectónico en *pdf*, cartografías del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) y del Plan Especial del Ayuntamiento de Mérida en formato *dwg* y a diferentes escalas (Fig. 4).



**Fig. 4.** Cartografías del PGOU.

- Junta de Extremadura: diversas cartografías y ortofotos así como los datos en papel de la Carta Arqueológica de Extremadura correspondientes al término de Mérida (Fig. 5).



**Fig. 5.** Distribución de yacimientos recogidos en la Carta Arqueológica de Extremadura.



- Catastro: base de datos y cartografía catastral urbana y rústica en formato *shape* (Fig. 6).



**Fig. 6.** Parcelario catastral de 2011.

Tras esto, se realizó una revisión, normalización y transformación de este conjunto de datos con el fin de adecuarlos a las necesidades del proyecto, existiendo diversos problemas a la hora de realizar el volcado de datos, especialmente en los recogidos en la Carta Arqueológica de Extremadura (Barrientos et al, 2004: 555).

Una vez finalizada la fase de recopilación y normalización de la información, se presentaron los objetivos generales que querían alcanzarse con la realización de este sistema de información geográfica. Estos eran los siguientes:

- Centralización y normalización de la información de los distintos departamentos del Consorcio y la creación de un lenguaje común con el resto de las entidades colaboradoras implicadas en la gestión urbanística y patrimonial.

- Generación de un espacio que permitiese realizar consultas ágiles sobre toda la información textual y espacial, de forma conjunta, logrando un mayor dinamismo al gestionar los datos.
- Generar las condiciones y herramientas para la configuración y salida rápida de planos, proceso que anteriormente debía pasar por el personal destinado a la elaboración de las planimetrías arqueológicas en CAD.
- Proporcionar una herramienta que permitiese analizar la información para la investigación sincrónica y diacrónica del yacimiento emeritense.
- Facilitar el acceso a la información a los usuarios finales a través del desarrollo de aplicaciones accesibles desde internet.
- Iniciar procesos de investigación mediante la creación de diversos planos temáticos en toda el área de estudio.

Fijados ya los objetivos. Se definieron cuáles eran las capas que se iban a generar, las cuales se dividieron en tres tipos: datos básicos, datos generales de patrimonio y datos arqueológicos.

- Datos básicos: cuadrículas con escalas, límites administrativos, curvas de nivel, hidrografía, infraestructura viaria, elementos urbanos, manzanas urbanas, planeamiento de desarrollo municipal, bases topográficas del Consorcio y registro de solicitudes de información arqueológica con componente espacial.
- Datos generales de patrimonio: zonas arqueológicas del PGOU, vías pecuarias, yacimientos arqueológicos del Término municipal, catálogo de Patrimonio arqueológico y arquitectónico del PGOU y monumentos y recintos monumentales urbanos.
- Datos arqueológicos emeritenses: intervenciones arqueológicas (incluye cada uno de los restos a nivel mínimo de ue).

De este conjunto de capas, el más desarrollado hoy día y la que contiene un mayor volumen de información es la de intervenciones arqueológicas, siendo en ella donde se ha volcado toda la información del Consorcio, incorporando la documentación de todos los cortes arqueológicos de los que se tiene constancia (2.400 intervenciones). También destaca la transformación de CAD a SIG que se ha hecho de la información

arqueológica a nivel de unidad estratigráfica (UE), representándose gráficamente las estructuras, no los estratos de tierra. Como método de enlace entre las capas, se empleó el número de intervención y el número de UE.

Por otro lado, otro aspecto interesante desde el punto de vista arqueológico fue la recogida de cotas de cada una de las intervenciones con el fin de generar un MDE posterior que reconstruyese la topografía previa a la fundación de la ciudad. Además, más allá de las tablas de atributos contenidas en cada capa, este sistema relacionaba cada capa gráfica con los datos correspondientes a las fichas de la base de datos creada en 1993.

Para gestionar todo este conjunto de datos era necesario contar con un Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD) que fuese capaz de almacenar y manejar información tanto de tipo textual como de tipo espacial. Además, este sistema debía permitir almacenar y consultar la información en tablas relacionadas y asegurar la integridad de los datos, ofrecer los datos en formatos estándar que pudiesen ser consultados por varios programas y garantizar la seguridad de los datos en caso de pérdida mediante la creación de copias de seguridad.

De este modo, las fichas de documentación fueron recogidas en este SGBD, así como las planimetrías en tablas de información espacial. En estas planimetrías se almacenaron los metadatos en un documento de texto, si bien en el futuro se planeaba incluirlos según el formato especificado por el Núcleo Español de Metadatos (NEM). En cuanto a los informes asociados a las intervenciones arqueológicas (formato doc) y las fotografías e imágenes georreferenciadas, eran almacenadas de forma conjunta en el Servidor de Archivos. De este modo, se distingue entre dos tipos de información, la gestionada por la SGBD; empleada para hacer consultas, y la almacenada en el Servidor de Archivos pero que se encuentra relacionada con la SGBD.

De toda esta fase inicial, muchas de las iniciativas tuvieron que abandonarse cuando se abandonó el proyecto como la normalización y unión de las bases de datos de los distintos departamentos y la adecuación de los metadatos a la normativa del NEM.

De este modo, a partir del año 2007, se abandona por completo el proyecto de SIG del Consorcio, quedando este como una simple base de datos tradicional con una interfaz cartográfica, pero sin pretender otorgar una mayor funcionalidad a los datos manejados. Así, los datos no han evolucionado a información (Silver and Silver, 1989),

perdiendo una gran parte de la esencia de los SIG, que es el análisis y la generación de información para la toma de decisiones.

## **1.2. Justificación: El Consorcio Monumental de la ciudad de Mérida, una gestión a gran escala.**

La importancia que la dimensión espacial, gestionada a través de los Sistemas de Información Geográfica, tiene para el Consorcio Monumental de Mérida se sustenta en la propia concepción del espacio arqueológico que tiene el mismo. De este modo, cuando se hace referencia al conjunto de bienes arqueológicos que se insertan en la ciudad, estos deben entenderse como parte de un gran yacimiento, el cual es gestionado de forma única. En este sentido, controlar el desarrollo urbanístico resulta vital para el Consorcio, no solo por la enorme riqueza patrimonial e informacional que se pierde con cada obra ilegal, también porque el patrimonio arqueológico atesorado por Mérida constituye el principal motor económico de la ciudad, eminentemente turística y con un volumen de visitantes cada año más amplio y diverso.

De la necesidad de preservar, desarrollar y poner en valor este importante conjunto monumental ya se dieron cuenta las autoridades competentes cuando, en 1996, se crea el Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida como una entidad de derecho público que tenía como objetivo la cooperación económica, técnica y administrativa de las cuatro entidades que la conforman: la Junta de Extremadura, el Ministerio de Educación y Cultura, la Diputación Provincial de Badajoz y el Ayuntamiento de Mérida (Lozano, 1999: 11).

De este modo, el Consorcio asumió las competencias en lo referente a la conservación, protección, mantenimiento, difusión e investigación del conjunto monumental. También quedaron en sus manos todas las intervenciones arqueológicas de urgencia, para lo cual la institución contaba y cuenta con varios equipos de arqueólogos. Además, es el propio Consorcio quien debe dar un primer visto bueno a todas las solicitudes de obra que se realicen en la ciudad, ya sean mayores o menores, por lo que se garantiza el control de toda la actividad urbanística del municipio.

La conservación del patrimonio inmueble resulta, hoy día, un reto constante para las entidades públicas. Ignorado durante años, muchas veces se ha visto inmerso en la vorágine urbanística propia de la época. Para protegerlo, resulta necesario no centrarse

simplemente en los propios bienes, sino analizar de forma pormenorizada el escenario en el que se insertan con el fin de entender aquellos procesos; ya sean sociales, políticos o económicos, que pueden afectar a su conservación.

En este sentido, el conflicto entre la ciudad histórica y la ciudad moderna tiene su origen en la década de 1940, cuando se comienza a producir una profunda remodelación urbanística, apareciendo los primeros problemas de compatibilidad entre la defensa del patrimonio cultural y el desarrollo de la ciudad (Barbudo, 2006: 223). Uno de los principales problemas de la época estribaba en la falta de conocimiento por parte de los investigadores respecto a los límites de la ciudad romana, lo que impedía valorar de forma adecuada el volumen y situación de los restos presentes en el subsuelo. Con esto en mente, se pone en marcha en 1963 la creación de un plano en el cual se dividía el casco urbano según su importancia arqueológica. Este, redactado por la Dirección General de Bellas Artes, dividía la ciudad en varias zonas:

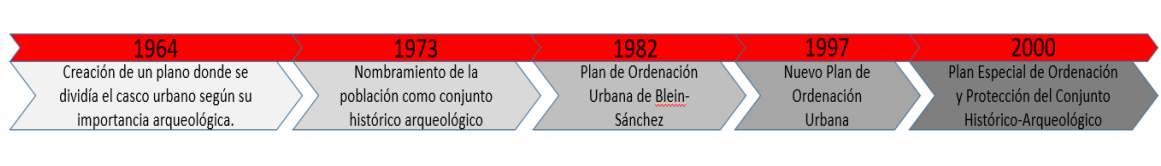
- Zona histórico-artística: recogía la parte central del casco urbano. En esta zona las edificaciones debían realizarse conservando el carácter y ambiente tradicional; manteniendo el estilo, altura y volumen de los edificios circundantes. De este modo, las edificaciones no debían superar las cuatro plantas más un ático.
- Zona de respeto: en esta zona no se condicionaba el estilo de las edificaciones, pero si su volumen y altura, no pudiendo superar las seis plantas.
- Zona de ordenación especial: estas edificaciones debían de poner en valor el Acueducto de los Milagros.
- Zona verde: permitían solo aquellas edificaciones que no desvirtuasen su carácter de zona verde.

Con estas zonas establecidas, se pretendía sistematizar las políticas a seguir para el tratamiento de los elementos del patrimonio cultural, tanto descubiertos como emergentes (Barbudo, 2006: 225). Sin embargo, todas estas medidas fueron objeto de disputa entre el Ayuntamiento y la Administración estatal de Cultura, construyéndose muchos edificios que no seguían la normativa fijada.

Para poner fin a este conflicto de competencias, se impulsa por parte de la Dirección General de Bellas Artes el nombramiento de la población como Conjunto Histórico-Arqueológico, aprobándose esta en 1973. A partir de este momento, la Dirección de Bellas Artes se encargó del control de todas las obras de la ciudad, siendo obligatorio presentar un informe previo antes de la realización de cualquier reforma, competencias que posteriormente se trasladarían al Patronato de la Ciudad Monumental.

En 1982 se redacta un nuevo Plan de Ordenación Urbana, el cual fue encargado al equipo Blein-Sánchez de León tras un concurso público. El objetivo de este nuevo plan era ordenar y sistematizar la nueva trama urbana que había surgido con el *boom* constructivo de las décadas posteriores, dotando a las mismas de equipamiento adecuado.

Por último, en el año 2000 se produce una nueva revisión del plan de ordenación, fruto de la creciente importancia que el patrimonio cultural va adquiriendo para la economía del municipio. De este modo, al mismo tiempo que se redacta el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), se pone en marcha el Plan Especial de Ordenación y Protección del Conjunto Histórico-Arqueológico. Las bases que articulaban el funcionamiento de este plan son las leyes de Patrimonio Histórico Español de 1985, la ley de Patrimonio Histórico y Cultural de la Comunidad Autónoma Extremeña de 1998 y las normativas de desarrollo aprobadas por diversos órganos de gobierno (Consejo Rector) (Fig. 7).



**Fig. 7.** Fases de ordenación urbana del Municipio de Mérida.

Así, se procedió a una nueva ordenación del municipio por zonas de importancia arqueológica, siendo el trazado primigenio de época romana el principal elemento a proteger. De este modo, se redactaron dos catálogos, uno correspondiente al Patrimonio arquitectónico y otro al Arqueológico. En el catálogo de patrimonio arquitectónico se formularon cuatro niveles de protección (protección integral, protección arquitectónica,



protección ambiental y protección de las construcciones de interés en el medio rural). Por otro lado, en el caso del patrimonio arqueológico, se establecieron tres niveles de protección:

- Nivel A (protección integral): incluía los restos monumentales de gran interés.
- Nivel B (protección general): se incluían los restos de especial interés situados en espacios de menor importancia urbana.
- Nivel C: se incluían los restos y yacimientos en el medio rural.

Asimismo, en su concepción de Mérida como un único yacimiento, se dividía el municipio en cinco zonas de protección, cada uno con unos criterios de intervención diferentes.

De este modo, al ejecutar estas medidas, se aseguraba una de las principales propuestas de ordenación fijadas en el PGOU como era el *“proteger, poner en valor y mejorar el patrimonio cultural emeritense mediante la realización de un Catálogo de elementos significativos, propuestas de actuación para poner en valor espacios arqueológicos localizados en el interior del casco urbano y criterios para las regulaciones de protección de la edificación y el subsuelo”* (PGOU, 3).

Así, de esta necesidad de poner en relación los monumentos con el entorno urbano que los rodea, nace la preocupación dentro del Consorcio por conocer todos los aspectos urbanísticos del municipio. Esta preocupación ha sido el origen del conjunto de capas espaciales que se encargó realizar como parte de las prácticas de empresa. El objetivo de estas capas era proveer a la institución de las herramientas necesarias para gestionar de forma integral los datos urbanísticos y relacionarlos con los arqueológicos, así como acceder y modificar rápidamente los mismos y, a partir de estos realizar análisis de calidad.

## 1. OBJETIVOS

Este proyecto tiene como objetivo principal el diseño de un Sistema de Información Arqueológica que permita al Consorcio Monumental de Mérida enlazar la información arqueológica de sus distintas bases de datos con la procedente del Catastro. De este modo, en las distintas capas generadas se buscaba favorecer la interconexión entre ambas entidades,

Dicho objetivo se desglosa en 4 apartados específicos

1. Generar un entorno eficiente de bases de datos relacionales que integrará toda la información temática y espacial referida al patrimonio arqueológico del municipio de Mérida donde se recogiese, de forma normalizada, la información de interés arqueológico y catastral necesaria para las gestiones diarias del Departamento de Documentación. Esta base de datos debía cumplir el estándar de metadatos fijado en la norma ISO 19115.
2. Recopilar, normalizar y estructurar la información arqueológica de interés presente en las bases de datos de los Departamentos de Administración y Documentación. Se considerarán las especificaciones técnicas derivadas de las normativas sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en Europa (Directiva 2007/2/CE, INSPIRE) y España (Ley 14/2010, LISIGE), así como los reglamentos que se marcan en materia de gestión de metadatos (ISO19115). Así, se facilitará el manejo e interoperabilidad de los resultados de esta investigación.
3. Generar un sistema de captura de datos en campo que permitiese al Consorcio obtener la documentación de interés.
4. Diseño y elaboración cartográfica conforme a un modelo de trabajo basado en la georreferenciación del patrimonio arqueológico y el análisis espacial de detalle (a nivel de portal urbano).

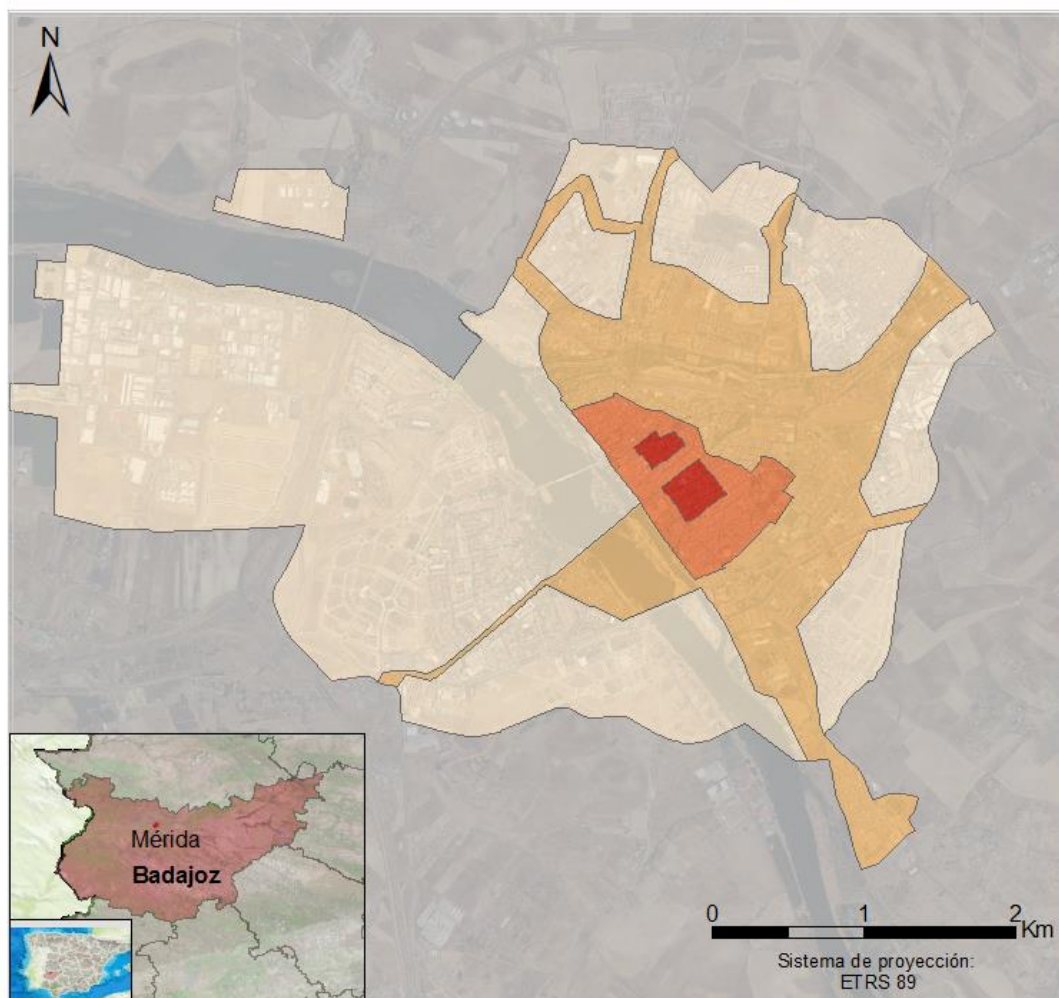
## 2. ÁREA DE ESTUDIO

Como ya se ha indicado, el área de estudio corresponde al municipio de Mérida, no obstante, la geolocalización de la información arqueológica realizada corresponde a las zonas de protección I y II, las cuales se corresponden con los límites de la *Emerita Augusta* romana (Fig. 8). Dichas áreas abarcan un total de 2.343 parcelas que se enmarcan dentro de la ciudad antigua, las que más riesgo de pérdida arqueológica representaban.

Como ya se mencionó en la introducción, esta división en diferentes zonas de actuación aplicada al territorio emeritense tiene su origen en el Plan General de Ordenación Urbana del año 2000. En este plan se establecía la preeminencia, a nivel de protección, a los restos pertenecientes a la época romana, considerados el símbolo de la época más gloriosa de la ciudad y representativos tanto de su pasado como de su presente y futuro.

De este modo, la división espacial de las diferentes zonas se hizo atendiendo a los límites marcados por la administración romana en su época. Así, la zona de protección especial (Zona I) se corresponde con los límites del Foro romano, donde se albergaban la mayoría de edificios públicos y, por tanto, la de mayor interés desde el punto de vista conservativo. En cuanto a la Zona II, esta abarca hasta los límites de la muralla antigua romana, siguiendo los límites estimados por las prospecciones arqueológicas. Por otro lado, la Zona III abarca la sección extramuros de la ciudad antigua, albergando restos de algunas edificaciones menores, así como las ruinas de los diversos acueductos que abastecían de agua a la ciudad. En cuanto a las Zonas IV y V, estas ya se encuentran más allá de los límites de ocupación de la urbe romana propiamente dicha. Así, la Zona IV abarca los límites de la ciudad moderna y la Zona V aquellas poblaciones clasificadas como rústicas dentro del municipio.

*Niveles de protección del patrimonio arqueológico*  
*Plan General de Ordenación Urbana, 2000*



**Periodo**

- Zona I
- Zona II
- Zona III
- Zona IV
- Zona V

**Bases espaciales:**  
 PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

**Información temática:**  
 Consorcio Monumental de Mérida

**Elaboración cartográfica:**  
 Autor: Diego Gaspar Rodríguez  
 Escala: 1:30.000



**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

**Fig. 8.** Niveles de protección para el patrimonio arqueológico de Mérida. Fuente: elaboración propia.

### 3. METODOLOGÍA

#### 4.1. Fuentes de información

Para la elaboración de este trabajo fue necesaria la consulta de varias fuentes de información con el fin de crear una base de datos que permitiese al Consorcio hacer frente a las continuas solicitudes de obra por parte de particulares, permitiendo gestionar a los arqueólogos municipales el tipo de intervención en función del titular de la propiedad, su uso y la zona en la que se encuadran. De este modo, las fuentes empleadas han sido las siguientes:

##### - Base de datos del Departamento de Documentación

La base de datos del Departamento de Documentación recoge la información de cada una de las intervenciones arqueológicas realizadas en el Municipio de Mérida desde los años 90 (Fig. 9). Incorpora tanto información temática como gráfica, contando con un visor de mapas que permite ubicar en el espacio urbano cada intervención. Su uso resultó especialmente relevante para obtener la información arqueológica.

The screenshot shows a web-based search interface for a database. On the left, there is a sidebar with a title 'Ayuda para Búsquedas:' and several paragraphs of text explaining search criteria and advanced search techniques. Below this, there is a section titled 'Caracteres especiales de búsqueda:' with a list of symbols and their corresponding search functions. The main area of the interface is titled 'Introduce criterios de búsqueda' and contains several input fields and dropdown menus. At the top, there are four text boxes labeled 'Num. Int.', 'Num. Obra:', 'Num. Proy:', and 'Num. Int.'. Below these are two more text boxes labeled 'Conservación:' and 'Carpeta Verde', followed by a radio button labeled 'si' and a text box labeled 'No'. There is also a text box labeled 'Direccion'. Below these are two dropdown menus labeled 'Arqueólogo de campo:' and 'Arqueólogo Supervisor:', both with the text 'Seleccione uno'. Below these are two more text boxes labeled 'Equipo' and 'Tipos de Intervencion:'. The 'Tipos de Intervencion:' dropdown menu is open, showing a list of options: 'Excavación', 'Seguimiento', 'Sondeo Arqueológico', 'Otros Sondeos', 'Documentación', 'Incidencia', and 'Prospección'. At the bottom of the main area, there are two text boxes labeled 'Fecha Inicio:' and 'Fecha Fin:'. Below these are two checkboxes labeled 'Omitir' and 'Consulta de tipo AND'. At the very bottom, there are three buttons labeled 'Buscar', 'Nueva Petición', and 'Cancelar'.

Fig. 9. Captura de pantalla de la base de datos del Departamento de Documentación.

## - Base de datos del Departamento de Administración

Otra de las bases de datos que fue necesario consultar fue la del Departamento de Administración. En esta base de datos se incluye la información de todas las solicitudes urbanísticas comunicadas al Consorcio. De aquí se extrajo una tabla de Excel donde se recogían los datos de interés que era necesario enlazar con la base de datos espacial (Fig. 10).

The screenshot shows an Excel spreadsheet with a table containing administrative data. The table has multiple columns, including headers for 'Código', 'Descripción', 'Fecha', 'Estado', and 'Valor'. The data is organized into rows, with some rows highlighted in yellow and others in green. The spreadsheet interface includes the Microsoft Excel ribbon at the top, showing various tabs like 'Inicio', 'Insertar', 'Referencias', 'Envío', 'Formato', 'Datos', 'Revisión', and 'Programador'. The table is titled 'ADMINISTRACIÓN' and contains various fields related to urban planning and administrative processes.

**Fig. 10.** Captura de pantalla de la tabla de Excel proporcionada por el Departamento de Documentación.

## - Fichas del Catastro

Por otro lado, fue necesario consultar las fichas catastrales, en las cuales se recogía la mayoría de información de interés urbanístico. Además, en este punto resultó necesario pedir documentación específica al Catastro con el fin de conocer información clasificada como, por ejemplo, la titularidad pública o privada de una parcela (Fig. 11).

**Consulta de Datos Catastrales**

*Ayuda para la búsqueda de Referencias Catastrales.*  
*Seleccione la opción Referencia Catastral o Localización para obtener información sobre el Bien Inmueble*

☒ **(\*)Referencia Catastral:** (\*)Campos requeridos  
 (\*\*)Se requiere uno de los campos. Número 0 equivale a s/n.

☐ **Localización**  
 (\*)Provincia:  Búsqueda de municipios  
 (\*)Municipio:

☐ Urbanos:  
 (\*)Vía:  Buscar vías  
 (\*\*)Número:  Buscar número      (\*\*)Km:  Buscar kilómetro  
 Bloque:       Escalera:       Planta:       Puerta:

☐ Rústicos:  
 (\*)Polígono:       (\*)Parcela:

❗ Solución de los problemas en la búsqueda por localización

**Fig. 11.** Captura de pantalla de la página del Catastro para consulta de datos catastrales.

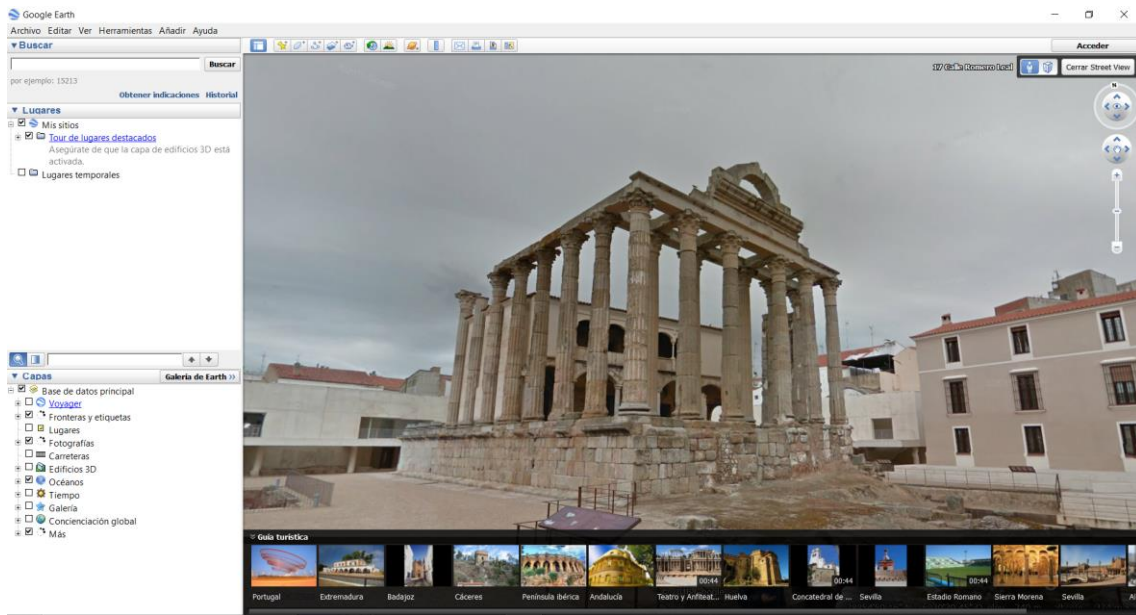
#### - **Informes de excavación en formato papel**

Otro aspecto de interés para realizar la capa era recopilar la ubicación de los llamados “sótanos arqueológicos”. Para ello, fue necesario consultar tanto los informes de excavación –la mayoría en formato papel-, como entrevistar a diversos arqueólogos del Consorcio, ya que su ubicación no se encontraba registrada. A partir de estos datos, se elaboró una lista de 46 sótanos confirmados que fueron introducidos en la base de datos.

#### - **GoogleEarth**

Con el fin de correlacionar tanto la información catastral como la arqueológica, fue necesario ubicar cada parcela con la vista a nivel de suelo de *GoogleEarth*, herramienta que fue empleada para recoger gran parte de la información volcada en la base de datos, especialmente la referente a la Zona II (Fig. 12).

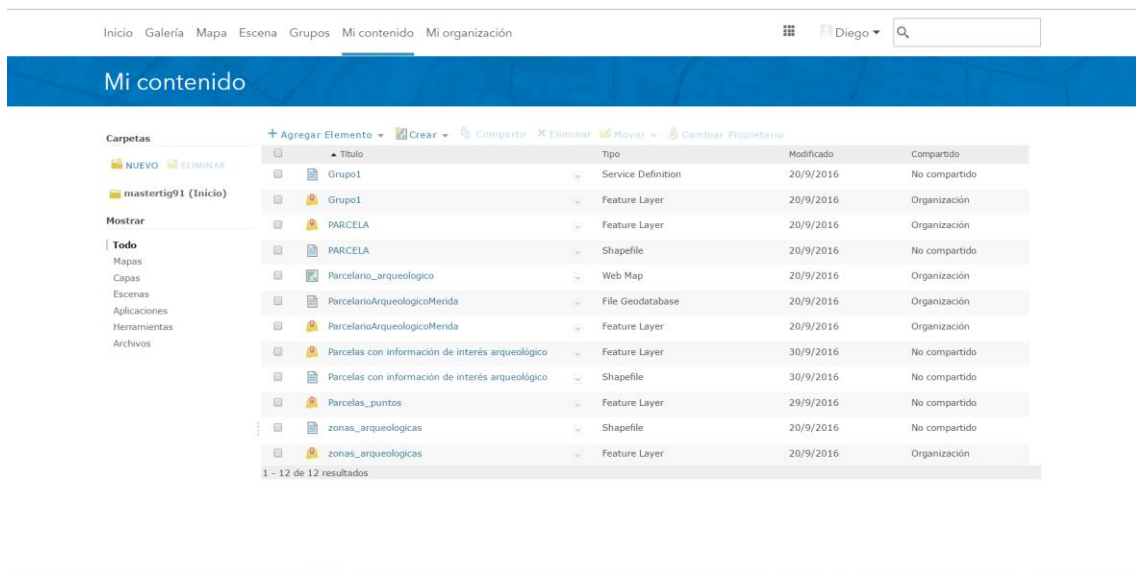




**Fig. 12.** Captura de pantalla del Templo de Diana en Street View.

## - Recogida de datos en campo

Por último, y cómo parte fundamental de este trabajo se recogieron los datos en campo de un total de 2.343 parcelas. Para ello, se habilitó la herramienta de captura de información espacial de *Collector for ArcGIS*, con el fin de recoger la información de interés sobre el parcelario (Fig. 13).

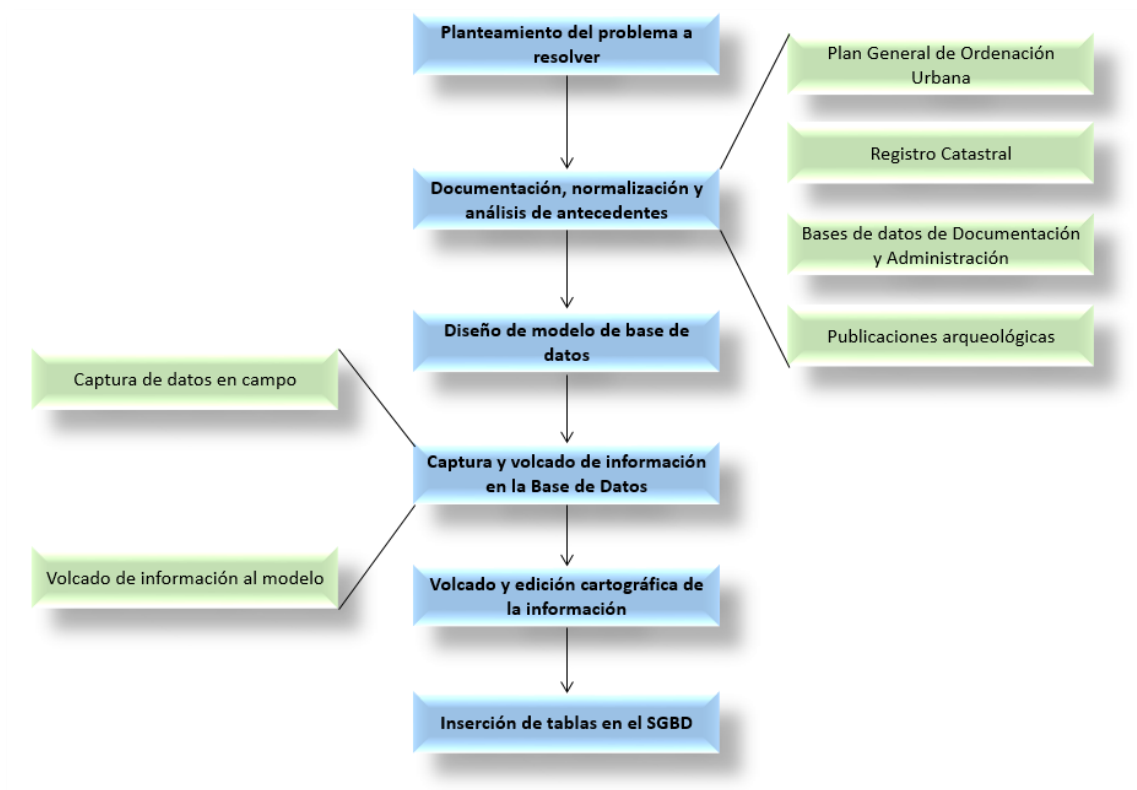


**Fig. 13.** Captura de pantalla de la plataforma de ArcGIS Online donde se observa la documentación generada en el proceso de captura de datos.



## 4.2. Fases de trabajo y diseño conceptual

Para llevar a cabo la construcción de las herramientas necesarias para facilitar al Consorcio su labor a nivel operativo, se dividió el proceso de trabajo en una serie de fases, comenzando desde el planteamiento del problema que se buscaba resolver, hasta las conclusiones, donde se valoraron los resultados obtenidos. De este modo, en el siguiente diagrama, se resumen los pasos seguidos en el periodo de prácticas con el fin de alcanzar las metas propuestas (Fig. 14).



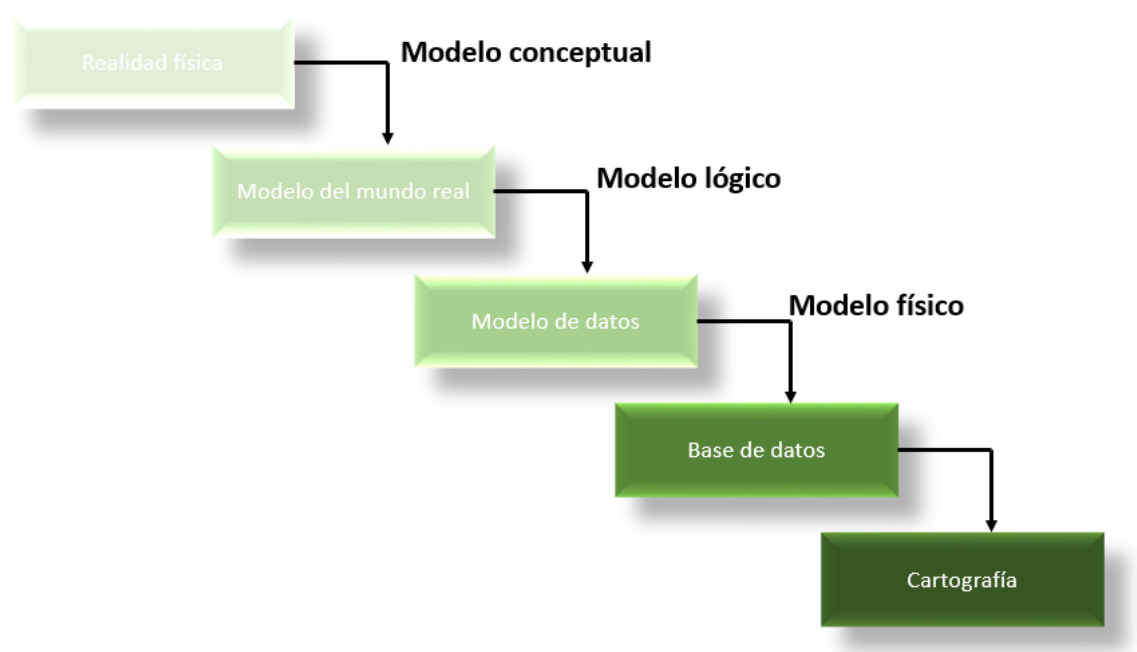
**Fig. 14.** Diagrama donde se resumen todas las fases del trabajo desarrollado en el Consorcio Monumental de Mérida.

#### 4. DESARROLLO

##### 5.1. Planteamiento del problema a resolver:

Durante la primera semana de prácticas, la labor principal fue la definición del problema al que debía hacer frente el Departamento de Documentación y las fórmulas para resolver el mismo. Así, el principal inconveniente operativo con el que se encontraban a la hora de gestionar las múltiples solicitudes de obra, prospección y seguimiento era la total desconexión entre la información arqueológica y la urbanística, aspecto que no había sido contemplado en la Fase I.

De este modo, se acordó con la dirección del departamento que la mejor forma de solucionar el problema era la creación de una capa que aglutinase tanto información arqueológica como urbanística y que pudiese integrarse dentro de las diferentes tablas que componen la base de datos. En este punto, resultaba necesario elaborar un esquema conceptual donde se debía dar respuesta a una pregunta: ¿Qué información de carácter urbanístico era necesario volcar en la estructura de datos? (Fig. 15).



**Fig. 15.** Pasos a seguir para generar una base de datos.

Por supuesto, había aspectos que debían abordarse sin excesivos análisis tales como la zona de protección arqueológica en la que se ubica una parcela, vital para su gestión, o la propiedad y el uso que tenía cada una. Así, interesaba conocer si una parcela era de propiedad privada, pública o combinada y; por otro lado, si su uso respondía también a alguna de estas posibilidades con el fin de conocer el procedimiento a seguir en caso de intervención arqueológica.

Además, era necesario recoger información sobre el número de plantas de los edificios, con el fin de conocer si su altura cumplía o no la normativa fijada en el PGOU. Según dicha normativa, los edificios situados cerca de bienes catalogados como monumentos no pueden superar las cuatro plantas de altura, con el objetivo de evitar un impacto visual adverso.

Otro aspecto de especial relevancia era la existencia de sótanos en las viviendas. Conocer la presencia de dichos sótanos permitía, no solo valorar la posibilidad de una pérdida arqueológica en la zona, sino también documentar el conjunto de sótanos con información arqueológica conservados, un aspecto no contemplado por el Consorcio y que apenas se encontraba documentado.

Por otro lado, las parcelas debían clasificarse según criterios de interés arqueológico, de tal modo que importaba el estado en el cual se encontraban, el tipo de edificación que tenían o el número de puertas, locales y garajes de cada una. Además, debían contemplarse otros aspectos a la hora de considerar la situación de la parcela tales como el año de construcción o las posibles reformas sufridas. En este sentido, resultaba especialmente relevante conocer las fechas de reforma de cada una de ellas con el fin de relacionar esta información con la presente en el Catastro.

Con todas estas ideas en mente, se procedió a la consulta de las diferentes fuentes de información desde las cuales se podían obtener estos datos con el objetivo de estructurar el modelo de datos de la forma más precisa posible.

## **5.2. Documentación y análisis de antecedentes:**

Con el fin de diseñar un modelo de datos que recogiese las diversas realidades urbanísticas de interés para el Departamento de Documentación, se llevó a cabo un estudio pormenorizado de las fuentes de información con las que se iba a trabajar y que

debían volcarse en la base de datos. De este modo, el primer documento consultado fue el Plan General de Ordenación Urbana en el cual se definen las formas de actuación para los diferentes bienes arqueológicos de la ciudad. Así, de este documento se extrajo información sobre las zonas de protección arqueológicas y sobre el espíritu y necesidad de los distintos planes de ordenación.

Una vez extraída esta documentación, resultó necesario corregir la información presentada en la capa de parcelas aportada por el Catastro, ya que algunas de ellas se encontraban entre dos zonas de protección diferentes. Ante este hecho, se decidió aplicar un criterio lo más restrictivo posible desde el punto de vista de la protección, otorgando a estas parcelas limítrofes el nivel de protección más elevado al que pudiesen optar.

Por otro lado, se realizó una lectura de todas las publicaciones referentes al trabajo con Sistemas de Información Geográficos realizadas por el Consorcio, con el objetivo de conocer que se había hecho anteriormente y definir la información espacial de base con la que se podría contar llegado el momento.

Con el fin de conocer los estándares de clasificación urbanística empleados por el Catastro, se procedió a la consulta de la distinta documentación catastral. Así, se examinaron aspectos diversos presentes en las fichas catastrales y que resultaban de interés para la actividad arqueológica como, por ejemplo, el año de construcción o de reforma. Otro aspecto relevante era el referente a los distintos niveles de reforma que se adjudicaban a las viviendas y que tenía un enorme interés, sobre todo a la hora de correlacionar esa misma información con la aportada por el Departamento de Administración.

De este modo, se consultó en el *Procedimiento de valoración colectiva de bienes inmuebles de naturaleza urbana* del Catastro los diferentes niveles de reforma considerados por la entidad. Estos eran los siguientes:

- Reforma mínima: Cuando las obras de reforma afecten a elementos constructivos no fundamentales, suponiendo un coste inferior al 25% de la cantidad que supondría realizar esa misma obra de nueva planta.
- Reforma media: Cuando las obras de reforma afecten a fachada o a algún elemento que suponga alteración de las características constructivas, y

suponiendo un coste superior al 25% e inferior al 50% de la cantidad que supondría realizar esa misma obra de nueva planta.

- Reforma total: Cuando las obras de reforma afecten a elementos fundamentales de la construcción suponiendo un coste superior al 50% e inferior al 75% de la cantidad que supondría realizar esa misma obra de nueva planta.
- Rehabilitación integral: Cuando las obras de reforma se ajusten a lo estipulado como rehabilitación en el planeamiento o normativa municipal vigente, y en su defecto, cuando la cuantía económica de las obras supere el 75% de la cantidad que supondría realizar esa misma obra de nueva planta, y además sus características constructivas, permitan suponer que en uso, función y condiciones de construcción han alcanzado una situación equivalente a su primer estado de vida.

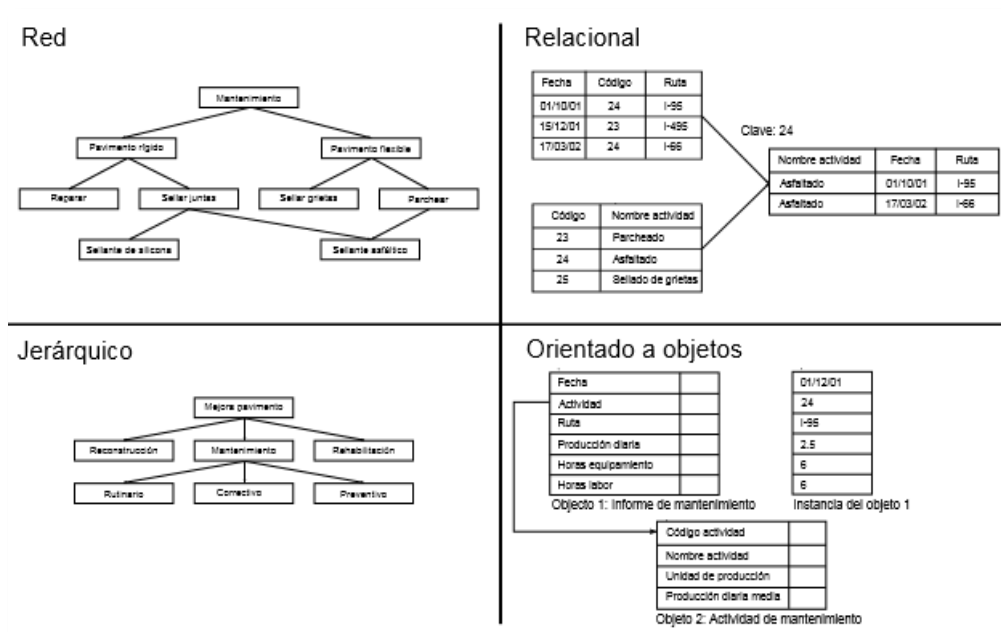
Por último, se procedió a la consulta de las dos bases de datos del Consorcio que debían correlacionarse con la información urbanística. Esta era, por un lado, la del Departamento de Documentación, de la cual interesaban los números de intervenciones arqueológicas y la información espacial anexa a cada una de ellas. En cuanto a la base de datos del Departamento de Administración, su uso y correlación resultó problemático, existiendo numerosos errores normativos a la hora de introducir los datos en la misma debido a la inexistencia de dominios o cualquier otro tipo de regla que obligase a normalizar los datos. Sin embargo, la información de esta base de datos resultaba de enorme interés para el trabajo ya que, mediante su correlación con la información de reformas del Catastro, se podía conocer el número de obras que habían escapado al filtro del Consorcio. Por este motivo, se procedió a la regulación de las 700 solicitudes de obra de las zonas de protección I y II, con el fin de hacer operativas las búsquedas en estas zonas. Algunos de los errores a corregir fueron los siguientes:

- Carencia de ubicaciones precisas: muchas parcelas en las cuales se había documentado incidencias de obra carecían de información espacial precisa que permitiese ubicarlas, de tal modo que un gran número de ellas solo tenían información de calle, no incorporando el número ni cualquier otra referencia. Por este motivo, cuando no se contaba con el informe arqueológico correspondiente en formato papel, esta información era descartada.

- Falta de normalización de los datos: gran parte de los datos introducidos en la base de datos carecían de criterios claros a la hora de volcarlos, lo cual impedía realizar búsquedas operativas. Así, a la hora de buscar el número de zona de protección, podías encontrarte con términos diversos como: “Zona 1”, “Zona I” o simplemente “1”.
- Abundante falta de datos: muchos de los datos de interés que debieron recopilarse durante el proceso de excavación se encontraban vacíos, suponiendo una carencia enorme a la hora de correlacionar la información.

### 5.3. Diseño de modelo de base de datos

Una vez analizadas las fuentes y los datos a volcar en la base de datos, se hacía necesario comenzar con el diseño del modelo de datos que estructuraría toda esta información. Un modelo de datos es una representación simplificada de la realidad cuyo objetivo es reflejar los aspectos relevantes de la misma. Existen muchos tipos de modelos, cada uno con sus pros y sus contras. En el caso específico del Departamento de Documentación, el modelo empleado es de tipo relacional-orientada a objetos (Fig. 16). Esta, de sencillo manejo y comprensión, utiliza un esquema basado en tablas, las cuales contienen un número de registros (filas), así como una serie de campos (columnas), permitiendo una correcta estructuración de los datos (Olaya, 2011: 190).



**Fig. 16.** Modelos de bases de datos más frecuentes (Olaya, 2011: 186).

Este tipo de modelos fue desarrollado en 1970 por Ted Codd (1970) y consiste simplemente en establecer un conjunto de relaciones entre tablas bidimensionales, organizadas en filas y columnas, estando los atributos asociados a la entidad recogidos en las columnas; mientras que las filas recogerían el registro de cada entidad (Tabla 2). Además, estos atributos se encuentran restringidos por dominios, los cuales limitan los rangos de valores que puede contener cada columna.

**Tabla 2.** Sistema para representar los datos en el modelo relacional.

Representación de Datos		
Representación lógica	Representación física	Modelo relacional
Tabla	Archivo secuencial	Relación
Fila	Registro	Tupla
Columna	Campo	Atributo

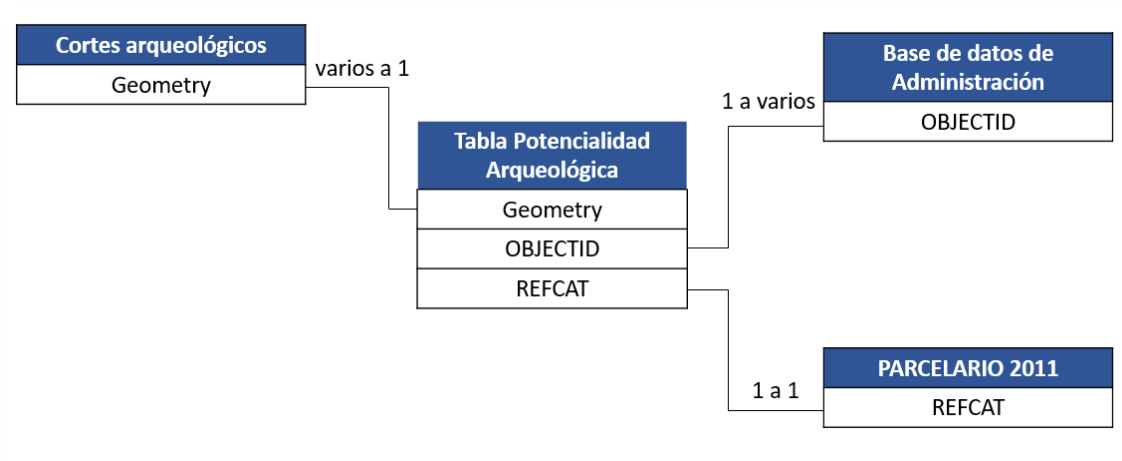
En este caso, para realizar el trabajo propuesto por el Departamento de Documentación, se ha creado una única tabla con información espacial, al mismo tiempo que se establecían relaciones con las tablas correspondientes al Departamento de Administración, normalizadas previamente, y con la proporcionada por el Catastro. El motivo por el cual la información fue volcada en una única tabla era ajustarse al modelo de base de datos definido por el informático del departamento. Evidentemente, una base de datos contiene normalmente más de una tabla, lo cual favorece su gestión, posibilita la relación entre tablas y evita la redundancia de información. Este tipo de relaciones entre tablas constituye la base del modelo relacional y se sustenta en la existencia de valores comunes entre tablas, empleando lo que se denomina como atributos clave. Este tipo de atributos son comunes entre dos tablas y permiten interrelacionar los datos de ambas (Tabla 3).

**Tabla 3.** Conjunto de tablas donde se aprecian subrayados los distintos atributos clave.

Entidades	Parcelas arqueológicas	Base de datos de Administración	Cortes arqueológicos	Parcelas 2011
Atributos	<u>OBJECTID</u> <u>Shape</u> Zona arqueológica Tipo parcela Tipo edificio Número de plantas Sótanos Año aproximado de construcción Tipo propiedad Tipo usos Número de portales Número de garajes Número de locales Pérdida arqueológica Ficha catastral <u>Referencia catastral</u> Tipo de reforma catastral Año de reforma Titular público	<u>OBJECTID</u> Número de expediente Número de ayuntamiento Número de entrada Zona arqueológica Descripción de obra Solar de la obra <u>Número de intervención</u> Descripción de la obra normalizada Calle Número	FID <u>Shape</u> Número de intervención Dirección Fecha de intervención Tipo intervención	OBJECTID <u>Shape</u> Número interno Mapa Delegación Municipio Masa Hoja Tipo Parcela Vía Número Área <u>Referencia catastral</u>

Por supuesto, para ello deben cumplir una serie de condiciones, la principal de ellas que el atributo tenga un valor único dentro de la tabla, con el fin de evitar confusiones dentro de la misma. En el caso de la tabla desarrollada durante el periodo de prácticas, esta contiene varios atributos clave que permiten relacionarla con otras tablas. De este modo, el código catastral sirve como nexo con la tabla del parcelario catastral mientras que, para su relación con la tabla del Departamento de Administración, se empleó la ID dada por defecto por el propio programa. Por otro lado, para su relación con la capa de intervenciones arqueológicas del Departamento de Documentación, se empleó la componente espacial como clave (Tabla 4).

**Tabla 4.** Relaciones entre las tablas empleadas en el desarrollo del trabajo.





Otro aspecto a considerar es que para un atributo de una tabla pueden existir varias posibilidades en otra, como sucede cuando se relaciona la información geométrica de las parcelas con las reformas realizadas en la misma. En este caso, cada tupla de la columna de parcelas, podía tener información sobre varias tuplas de la tabla del Departamento de Administración, existiendo una relación *uno a muchos* (Tabla 5).

**Tabla 5.** Conjunto de relaciones entre tablas.

Cardinalidad	Entidades participantes	Atributos
1:M	Parcelas arqueológicas-Base de datos de administración	OBJECTID
1:1	Parcelas arqueológicas-Parcelas 2011	Referencia catastral
1:M	Parcelas arqueológicas-Cortes arqueológicos	Shape

Por supuesto, todos estos aspectos referentes al tipo y relaciones entre datos fueron considerados en la fase de diseño, en la cual se llevó a cabo un análisis de los datos que se iban a recoger, a partir del cual se desarrolló un modelo conceptual que expresase la estructura de la información.

Por otro lado, igual de relevante resultaba mantener una mínima estandarización de los campos definidos en el modelo con el fin de favorecer la comprensión e intercambio de los datos volcados. Para ello, se tuvieron en cuenta los anexos, concretamente el Anexo I.9 referente a lugares protegidos definido por la directiva INSPIRE. Sin embargo, las enormes diferencias temáticas entre la información arqueológica volcada y los campos fijados en el anexo hicieron imposible aplicar completamente el estándar de datos.

Este es uno de los principales problemas a los que se enfrenta la disciplina arqueológica: la definición de un estándar aplicable a toda la información arqueológica. En este sentido, como bien plantea Yu Fujimoto (2009) el patrimonio arqueológico se encuentra representado por tres tipos de información: geoespacial, temporal y temática. El tratamiento de cada uno de estos tipos resulta problemático ya sea a nivel de escalas, temporalidad o definición temática. Además, el registro arqueológico, debido a las múltiples formas de documentación presenta una propensión a la fragmentación de sus datos.

Como bien señala Parcero Oubiña (2007) esta ausencia de un estándar reconocible no obedece tanto a los diferentes cambios metodológicos que se suceden producto de la evolución de los paradigmas científicos, sino a la falta de procedimientos para el desarrollo de estándares de registro. Esto se relaciona con la tendencia individualista que, desde los inicios de la disciplina, impera en la arqueología donde son los criterios del propio arqueólogo los que definen la metodología de trabajo.

De este modo, la falta de criterios de captura de la información ha impedido el desarrollo de un estándar de toma de datos, algo de difícil aplicación a nivel nacional, mucho más a escala europea. Así, los modelos de datos desarrollados siempre obedecen a espacios informacionales muy limitados, convenientes para las funciones para las que fueron desarrollados, pero difíciles de extender a contextos arqueológicos diversos.

A continuación, se presenta el diseño conceptual del modelo de datos implementado. Este se ha desarrollado teniendo en cuenta las necesidades informacionales de los arqueólogos, intentando capturar del mejor modo posible la realidad de interés. En este caso, la pregunta de partida que sustentaba el modelo conceptual y a la que se quiere dar respuesta es ¿Qué información urbanística sobre el parcelario resulta relevante para el trabajo de gestión arqueológica? A partir de esta idea, se ha estructurado todo el modelo de datos que nutre a la estructura de datos posterior.

De este modo, se presenta la información del conjunto de elementos que integran la base de datos. Éstos han sido metadatos conforme a Dublin Core, el principal estándar internacional para describir y catalogar los recursos de información –muy desarrollado en términos arqueológicos-. Además, se ha utilizado ISO19115 "Geographic Information-Metadata" para información geoarqueológica (conjuntos de datos geográficos, series de datos, fenómenos geográficos individuales ...). A continuación, se detallan para cada uno de los elementos que integran la base de datos el nombre del atributo, una descripción donde se explica la información volcada, el tipo de dato, la existencia o no de relaciones con otras tablas y la forma en la que los datos se elaboran y organizan.

### Tabla de la capa de potencialidad arqueológica

- ID

Nombre de atributo	OBJECTID
Descripción	Número asignado por defecto a cada parcela.
Tipo de dato	Objectid
Multiplicidad	

- Geometría

Nombre de atributo	Shape
Descripción	Geometría de cada una de las parcelas.
Tipo de dato	Puntos
Multiplicidad	1 a varios
Elaboración y organización de datos	

- Zonas arqueológicas

Nombre de atributo	Zonas arqueológicas
Descripción	Niveles de protección arqueológica
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio.  (1) Zona I (2) Zona II (3) Zona III (4) Zona IV (5) Zona V

- Tipo de parcela

Nombre de atributo	Tipos de parcelas
Descripción	Tipos de parcelas consideradas
Tipo de dato	Text
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio. (1) Parcelas edificadas o habitadas (2) Parcelas demolidas (3) Parcelas en ruina (4) Parcelas en construcción (5) Parcelas en reforma

- Tipo de edificio

Nombre de atributo	Tipos de edificios
Descripción	Tipos de edificios considerados de interés
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio. (1) Vivienda tradicional (2) Vivienda tradicional reformada (3) Bloque de pisos (4) Punto de interés

- Número de plantas

Nombre de atributo	Plantas (nº)
Descripción	Número de plantas de cada vivienda
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	

- Sótanos

Nombre de atributo	Sótanos
Descripción	Tipos de sótanos
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio. (1) Desconocido (2) No, no tiene (3) Sí, es arqueológico (4) Sí, es almacén o garaje (5) Sí, es combinado

- Año de construcción

Nombre de atributo	Año de construcción
Descripción	Año de construcción de cada edificio
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	<a href="https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCBusqueda.aspx">https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCBusqueda.aspx</a>

- Tipo de usos

Nombre de atributo	Tipos de usos
Descripción	Tipos de usos de cada una de las parcelas.
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio.

	(1) Administrativo (2) Privado (3) Comunitario (4) Combinado
--	---

- Tipo de propiedad

Nombre de atributo	Tipos de propiedad
Descripción	Tipos de propiedad considerados
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio cuyos datos han sido proporcionados por el Catastro. (1) Público (2) Privado (3) Combinado

- Número de portales

Nombre de atributo	Portales (nº)
Descripción	Número de portales de cada vivienda
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	

- Número de garajes

Nombre de atributo	Garajes (nº)
Descripción	Número de garajes
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	

- Número de locales

Nombre de atributo	Locales (nº)
Descripción	Número de locales
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	

- Pérdida arqueológica

Nombre de atributo	Pérdida arqueológica
Descripción	Pérdida arqueológica de la parcela
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio. (1) Si (2) No

- Ficha catastral

Nombre de atributo	Ficha catastral
Descripción	Hipervínculo que conecta la capa con la base de datos del Catastro.
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	<a href="https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCBusqueda.aspx">https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCBusqueda.aspx</a>

- Referencia catastral

Nombre de atributo	Referencia catastral
Descripción	Referencia aportada por el Catastro
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	

- Tipo de reforma (Catastro)

Nombre de atributo	Tipo de reforma
Descripción	Tipos de reformas consideradas por el Catastro
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	<p>En este caso, los atributos vienen prefijados por un dominio cuyos datos han sido proporcionados por el Catastro.</p> <p>(1) Reforma mínima</p> <p>(2) Reforma media</p> <p>(3) Reforma total</p> <p>(4) Rehabilitación integral</p>

- Año de reforma

Nombre de atributo	Año de reforma
Descripción	Año en el cual se produjo la reforma
Tipo de dato	Número
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	Catastro



- Titular público

Nombre de atributo	Titular público
Descripción	Entidad a la cual pertenece la parcela
Tipo de dato	Texto
Multiplicidad	1
Elaboración y organización de datos	Catastro

Por otro lado, quedan por describir el conjunto de criterios empleados para establecer los dominios en los campos en los que estos se han habilitado:

- Zonas arqueológicas: niveles de protección arqueológica que rigen cada una de las parcelas.
  - (1) Zona I: se aplica a las parcelas que se encuentran incluidas dentro de la zona de protección I, ya sea parcial o totalmente, aplicando para ello un criterio restrictivo.
  - (2) Zona II: se aplica a las parcelas que se encuentran incluidas dentro de la zona de protección II, aplicando este nivel de protección también a las parcelas que se encuentran parcialmente entre esta zona y la tercera.
  - (3) Zona III: se aplica a las parcelas que se encuentran incluidas dentro de la zona de protección III, aplicando este nivel de protección también a las parcelas que se encuentran parcialmente entre esta zona y la cuarta.
  - (4) Zona IV: se aplica a las parcelas que se encuentran incluidas dentro de la zona de protección IV, aplicando este nivel de protección también a las parcelas que se encuentran parcialmente entre esta zona y la quinta.
  - (5) Zona V: se aplica a las parcelas que se encuentran incluidas dentro de la zona de protección V.
- Tipo de parcela: se aplica un criterio de clasificación que considera aquellos tipos de parcelas que pueden tener interés desde el punto de vista del control arqueológico del urbanismo.
  - (1) Parcelas edificadas o habitadas: parcelas que se encuentran habitadas en el momento de captura de los datos. El criterio de captura empleado es visual.

- (2) Parcelas demolidas: parcelas que se encuentran demolidas en el momento de captura de datos. El criterio de captura empleado es visual.
  - (3) Parcelas en ruina: parcelas que se encuentran deshabitadas o en estado ruinoso en el momento de captura de datos. El criterio de captura empleado es visual.
  - (4) Parcelas en construcción: parcelas que en el momento de captura de datos se encuentran en construcción. El criterio de captura empleado es visual.
  - (5) Parcelas en reforma: parcelas que en el momento de captura de datos se encuentran en estado de reforma. El criterio de captura empleado es el visual.
- Tipo de edificio: tipos de edificaciones consideradas de interés para el desarrollo de la labor de control arqueológica.
    - (1) Vivienda tradicional: vivienda tradicional que no ha sufrido procesos de reformas. El criterio de clasificación empleado es tanto visual como catastral.
    - (2) Vivienda tradicional reformada: vivienda tradicional que ha sufrido algún proceso de reforma. El criterio de clasificación empleado es tanto visual como catastral.
    - (3) Bloque de pisos: empleado para edificios de grandes dimensiones donde existen varios apartamentos. El criterio de clasificación empleado es visual.
    - (4) Punto de interés: empleado para clasificar aquellas parcelas que contienen elementos de interés como restos arqueológicos de importancia, monumentos etc. El criterio de clasificación empleado se sustenta en la base de datos del Departamento de Documentación.
  - Sótanos: tipos de sótanos considerados de interés arqueológico. El criterio de clasificación empleado para los mismos era un tanto difuso, siendo la información de partida muy diversa (documentos, testimonios, visitas).
    - (1) Desconocido: se desconoce si la parcela tiene o no un sótano.
    - (2) No, no tiene: no tiene sótano.
    - (3) Sí, es arqueológico: el sótano contiene restos arqueológicos.
    - (4) Sí, es almacén o garaje: el sótano es un almacén o garaje.

- (5) Sí, es combinado: el sótano es tanto arqueológico como almacén o garaje.
- Tipo de propiedad: tipos de propiedades considerados de interés para el desarrollo de la actividad arqueológica. El criterio de clasificación es la información aportada por el Catastro.
    - (1) Público: parcela de propiedad pública.
    - (2) Privado: parcela de propiedad privada.
    - (3) Combinado: parcela de propiedad tanto pública como privada.
  - Tipo de uso: tipos de usos considerados de interés para la práctica arqueológica. El criterio de clasificación es la información aportada por el Catastro.
    - (1) Administrativo: parcelas de uso administrativo. Engloba todas las parcelas de propiedad pública y uso público.
    - (2) Privado: parcelas de uso privado.
    - (3) Comunitario: parcela cuyo uso se reparten varias personas sin conexión directa.
    - (4) Combinado: uso tanto público como privado.
  - Pérdida arqueológica: clasifica las parcelas en función de la pérdida o no de información arqueológica. De este modo, parcelas con sótanos no arqueológicos o con reformas no documentadas son potenciales enclaves de pérdida arqueológica.
    - (1) Si
    - (2) No
  - Tipo de reforma catastral: tipos de reformas considerados por el Catastro.
    - (1) Reforma mínima: -25%
    - (2) Reforma media: 25-50%
    - (3) Reforma total: 50-75%

(4) Rehabilitación integral: +75%

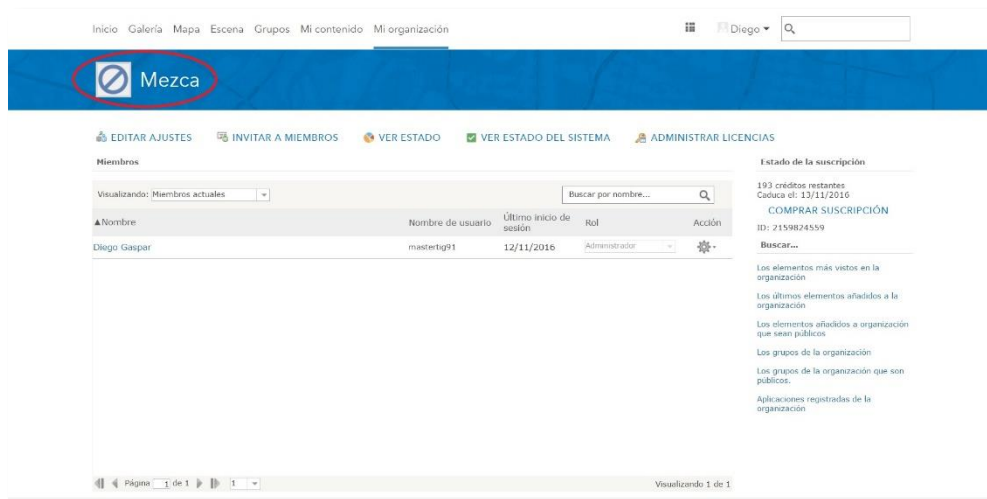
#### **4.4. Captura y volcado de información a la base de datos**

Una vez diseñado el modelo de datos con la información de interés, era el momento de iniciar la fase de validación y captura de datos en campo con el fin de corregir aquella información que pudiese ser errónea y, al mismo tiempo, capturar nuevos datos de interés sobre cada una de las parcelas.

De este modo, para la captura de datos en campo se diseñó y habilitó la herramienta *Collector for ArcGIS*, una aplicación diseñada por la empresa ESRI para la captura y visualización de datos en campo. En principio, la precisión de esta aplicación para tomar puntos resultaría insuficiente para conseguir la exactitud a nivel de parcela, sin embargo, en este caso esta precisión resultaba innecesaria en la medida en la que se contaba con los polígonos de cada parcela proporcionados por el Catastro. Así, empleando el centroide de estos polígonos, se creó la capa de puntos sobre la que se volcó la información de interés.

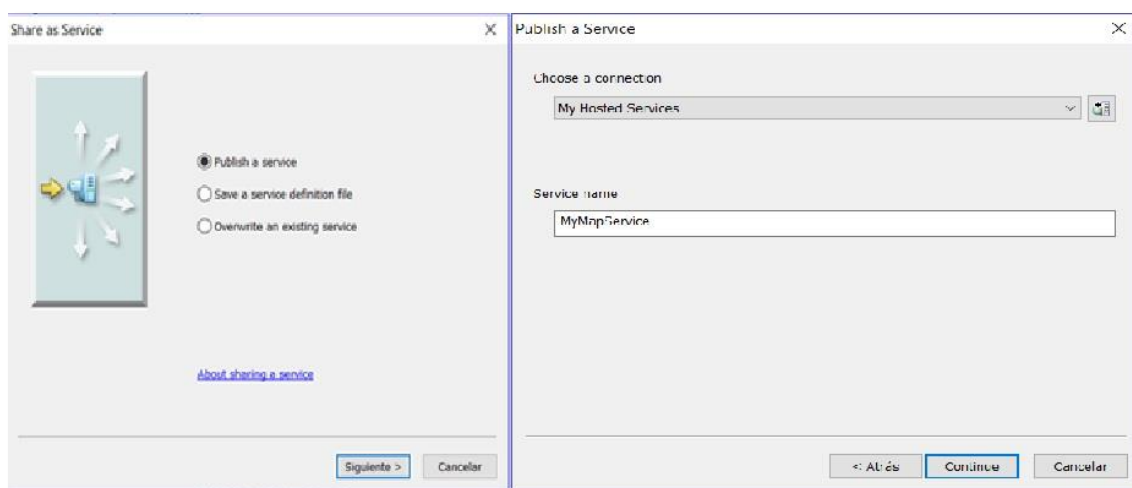
El primer paso para habilitar esta aplicación era crear una cuenta de *ArcGIS Online* en la cual alojar las capas sobre las que se iba a volcar la información. *ArcGIS Online* es un SIG web de colaboración online desde el cual se pueden usar, crear y compartir mapas, capas, datos etc. En este caso, interesa su capacidad para agregar las capas alojadas a la aplicación móvil *Collector for ArcGIS* y la posibilidad de que la misma pueda ser usada por varios usuarios.

De este modo, se creó una cuenta en *ArcGIS Online* y un grupo de trabajo (Mezca) al cual posteriormente se va a conceder los permisos necesarios para trabajar con las capas alojadas (Fig. 17). Una vez hecho esto, el siguiente paso era habilitar la conexión entre las capas alojadas en *ArcMap*.



**Fig. 17.** Captura de pantalla donde se aprecia la página de la cuenta de ArcGIS Online y el nombre del grupo de trabajo.

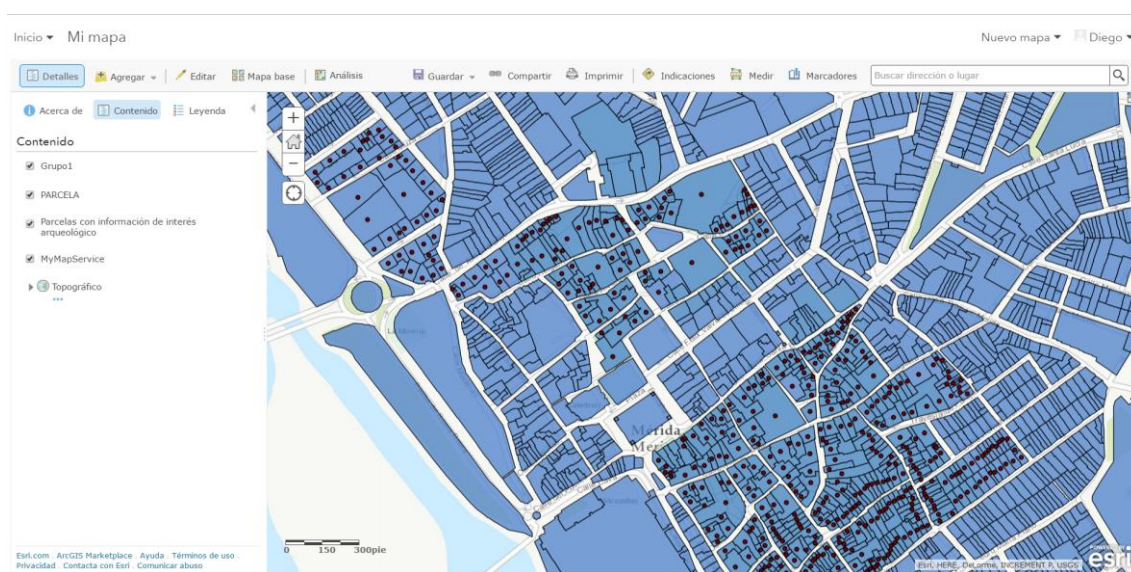
En *ArcMap* lo primero que se debe hacer es habilitar la opción de adjuntos para la capa de puntos con el fin de que los operarios puedan incorporar fotografías a la capa. Una vez hecho esto, se define la simbología que deben tener los puntos capturados. Por último, queda habilitar el servicio que va a permitir que los datos estén disponibles online. Para ello, primero que nada, se debe establecer la conexión con *ArcGIS Online* y, una vez hecho esto, se define la opción de compartir como servicio y se elige el servicio alojado (Fig. 18).



**Fig. 18.** Captura de pantalla donde se observa la publicación de los datos como un servicio alojado.

En cuanto a la edición del servicio, se debe señalar que se va a publicar un servicio de entidades, habilitando todas las operaciones (crear, borrar, consultar y actualizar) y rellenar la descripción de la capa que se va a alojar. Una vez hecho esto, solo queda publicar el servicio.

Ahora, en *ArcGIS Online*, se debe crear un mapa donde introducir las capas con las que posteriormente se va a trabajar en *Collector for ArcGIS*. Para ello, deben cargarse en la pestaña de Mapa, las capas con las que se va a trabajar. En este caso, será la capa de puntos con información arqueológica y, a modo de referencia, la capa de parcelas del año 2011 proporcionada por el Catastro (Fig. 19).



**Fig. 19.** Captura de pantalla donde se aprecian las capas que van a formar parte del mapa empleado en *Collector for ArcGIS*.

Cuando el mapa sobre el que se va a trabajar está preparado, se elige la opción de guardar, quedando este ya disponible en la sección de contenido. Ahora solo queda compartirlo con el grupo de trabajo e iniciar sesión en *Collector for ArcGIS*.

De este modo, una vez habilitada la conexión a la aplicación, se procedió a la captura y validación de la información de interés arqueológico-urbanístico de las 2.343 parcelas que conforman las zonas de protección I y II. Para la captura de esta información en campo, de interés temático y no espacial, se prescindió del uso del GPS, empleando la referencia de la capa de parcelas cargadas y los puntos previamente posicionados. De todas estas parcelas no solo se recogió información temática, sino que también, mediante la habilitación de adjuntos, se recogieron fotografías que reflejasen

toda la información de interés de la parcela con el fin de contrastar los datos y servir de soporte gráfico a la propia información (Fig. 20).

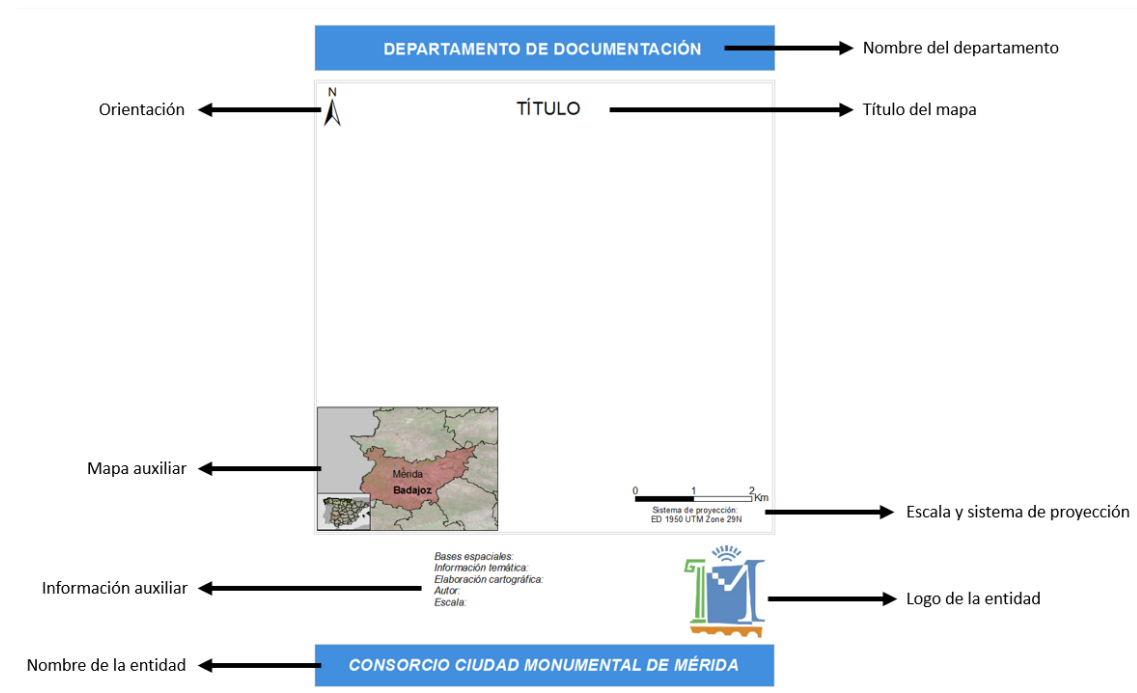


**Fig.20.** Proceso de captura de la información temática de interés.

#### 4.5. Volcado y edición cartográfica de la información

Una vez volcados los datos en el modelo, el siguiente paso era la elaboración de cartografía de referencia de la situación de Mérida en las áreas I y II. En este sentido, se transmitió por parte del Departamento de Documentación el interés por elaborar una plantilla para los mapas del Consorcio. Por este motivo, se desarrolló un modelo que recogiese la esencia de la institución y que a su vez resultase útil para plasmar las diferentes cartografías empleadas por el departamento (Fig. 21).

Así, se presentó una plantilla en la que constaban todos los elementos obligatorios dentro de un mapa: área cartografiada, título, leyenda, escala, orientación y fuente de información. Además, al mismo se le incorporaron una serie de elementos auxiliares: mapa auxiliar, logo de la institución y nombre del departamento que publica el mapa. En cuanto a los colores empleados, estos se corresponden con los oficiales del Consorcio, estando las barras superiores en Pantone 279 y los márgenes en Pantone 877.



**Fig. 21.** Plantilla desarrollada para el Consorcio Monumental de Mérida.

Por supuesto, a la hora de desarrollar la cartografía sobre el parcelario de Mérida era necesario tener en cuenta ciertos condicionantes. El primero de ellos era el sistema de referencia. En este sentido, el sistema empleado por el Consorcio es el *European Datum 1950* (ED50), el cual era el oficial en el estado español hasta el año 2008, cuando fue sustituido por el *European Terrestrial Reference System 1989* (ETRS89). Para este trabajo, este sistema de referencia se ha sustituido por el oficial y, en un futuro, se prevé el cambio de todas las capas del Consorcio al nuevo sistema con el fin de cumplir la normativa promulgada en el Real Decreto 1071/2007 del 27 de julio.

De este modo, a la información espacial empleada se le ha asignado las coordenadas UTM zona 29, en la cual se ubica el área de estudio del municipio de Mérida. Así, el uso de este sistema obligó a realizar conversiones con toda la información auxiliar empleada con el fin de evitar los problemas derivados del empleo de proyecciones diferentes.

Otro aspecto al que había que prestar especial atención era a la escala de análisis. En este sentido, si bien el estudio se realiza a nivel municipal, el territorio de interés solo abarca las fronteras de la ciudad antigua romana, la cual se enmarca dentro de las zonas de protección I y II. Por este motivo, la escala de análisis resulta bastante más reducida, siendo esta de 1:6000. En lo que respecta a los mapas auxiliares, las escalas son de



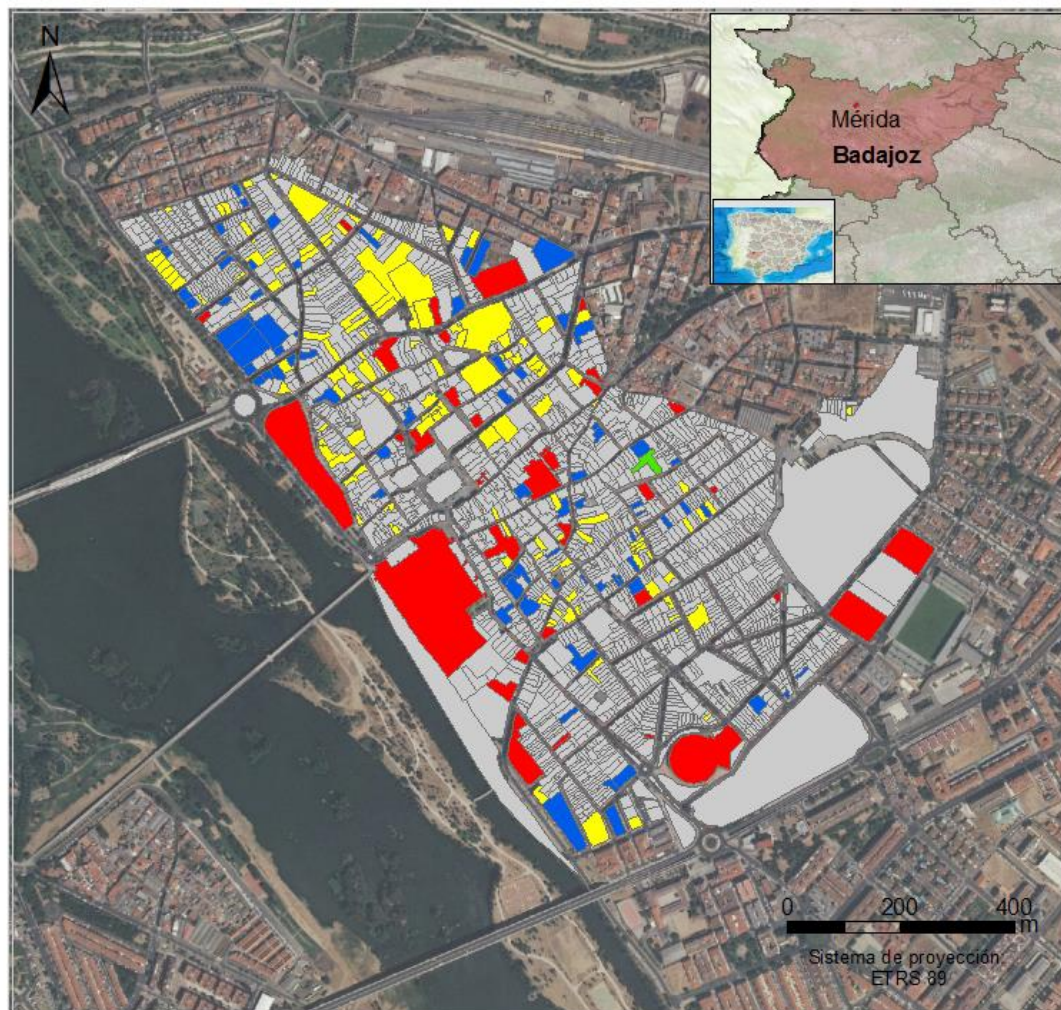
1:1.500.000 en el caso del provincial y 1:6.000.000 para el mapa de la Península Ibérica.

Definir de forma correcta la escala resulta vital para realizar un análisis adecuado y, en muchas ocasiones, resulta mucho más productivo trabajar con múltiples escalas. De este modo, la cartografía presentada abarca el conjunto del parcelario de época romana, en el día a día de la institución resulta mucho más útil la información presentada a escala del parcelario en la cual se puede visualizar de forma precisa los diferentes cortes arqueológicos. En este caso, la escala de análisis puede variar en función del tamaño del corte y de las parcelas.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de cartografía desarrollada con las capas generadas para el Consorcio (Fig. 22, 23, 24, 25 y 26):

## Sótanos de interés arqueológico

Consortio Monumental de Mérida, 2016



### Tipos de sótanos

- Desconocido
- No, no tiene
- Si, es almacén o garaje
- Si, es arqueológico
- Si, es combinado

### Bases espaciales:

PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

### Información temática:

Consortio Monumental de Mérida

### Elaboración cartográfica:

Autor: Diego Gaspar Rodríguez

Escala: 1:8.000

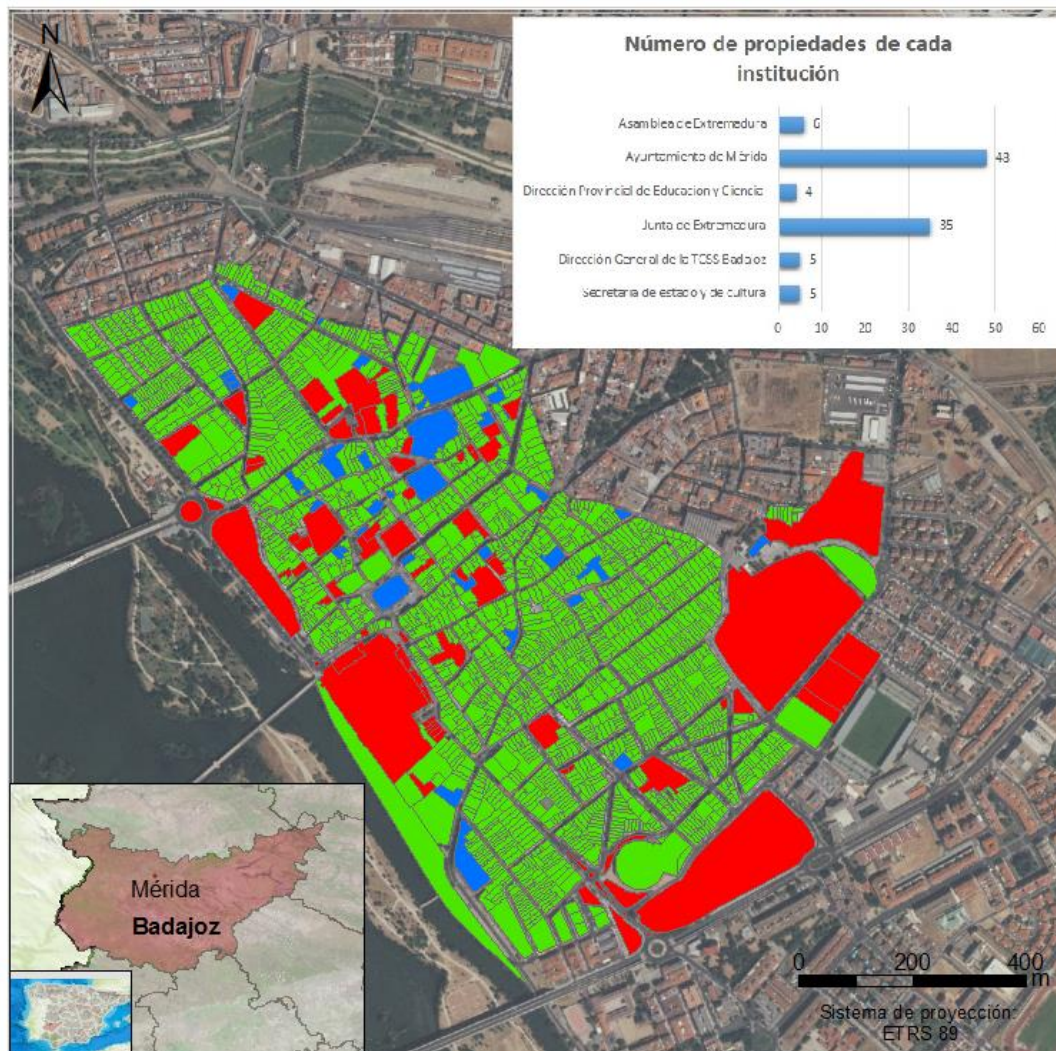


**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

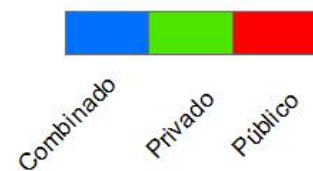
**Fig. 22.** Distribución de los diferentes tipos de sótanos de interés arqueológico en las zonas I y II.



## Tipos de propietarios de las parcelas Consortio Monumental de Mérida, 2016



### Propiedad



### Bases espaciales:

PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

### Información temática:

Consortio Monumental de Mérida

### Elaboración cartográfica:

Autor: Diego Gaspar Rodríguez

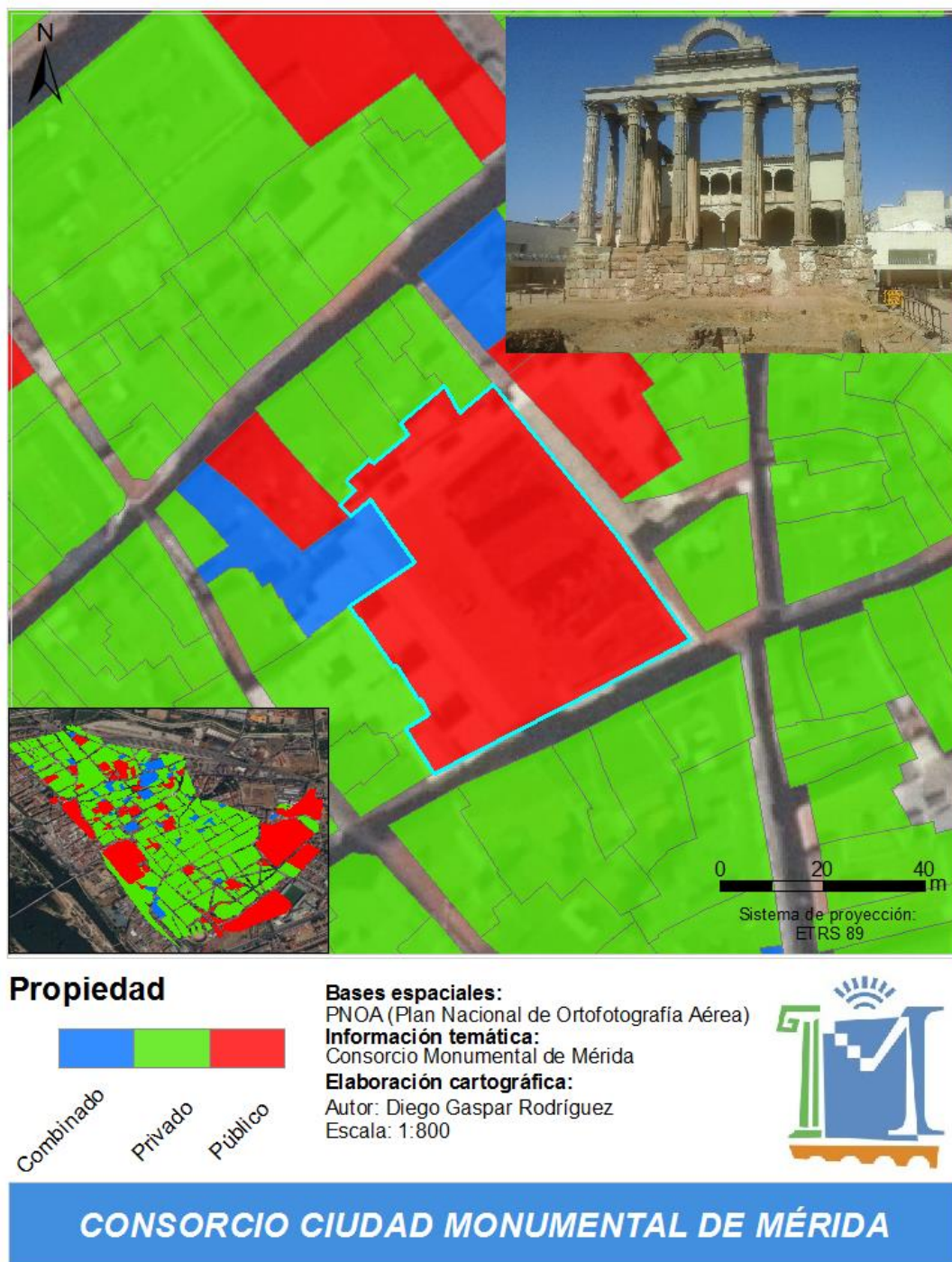
Escala: 1:8.000



**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

Fig. 23. Tipos de propietarios considerados en las zonas I y II.

## Tipos de propiedad de la zona del Foro (Templo de Diana) Consortio Monumental de Mérida, 2016

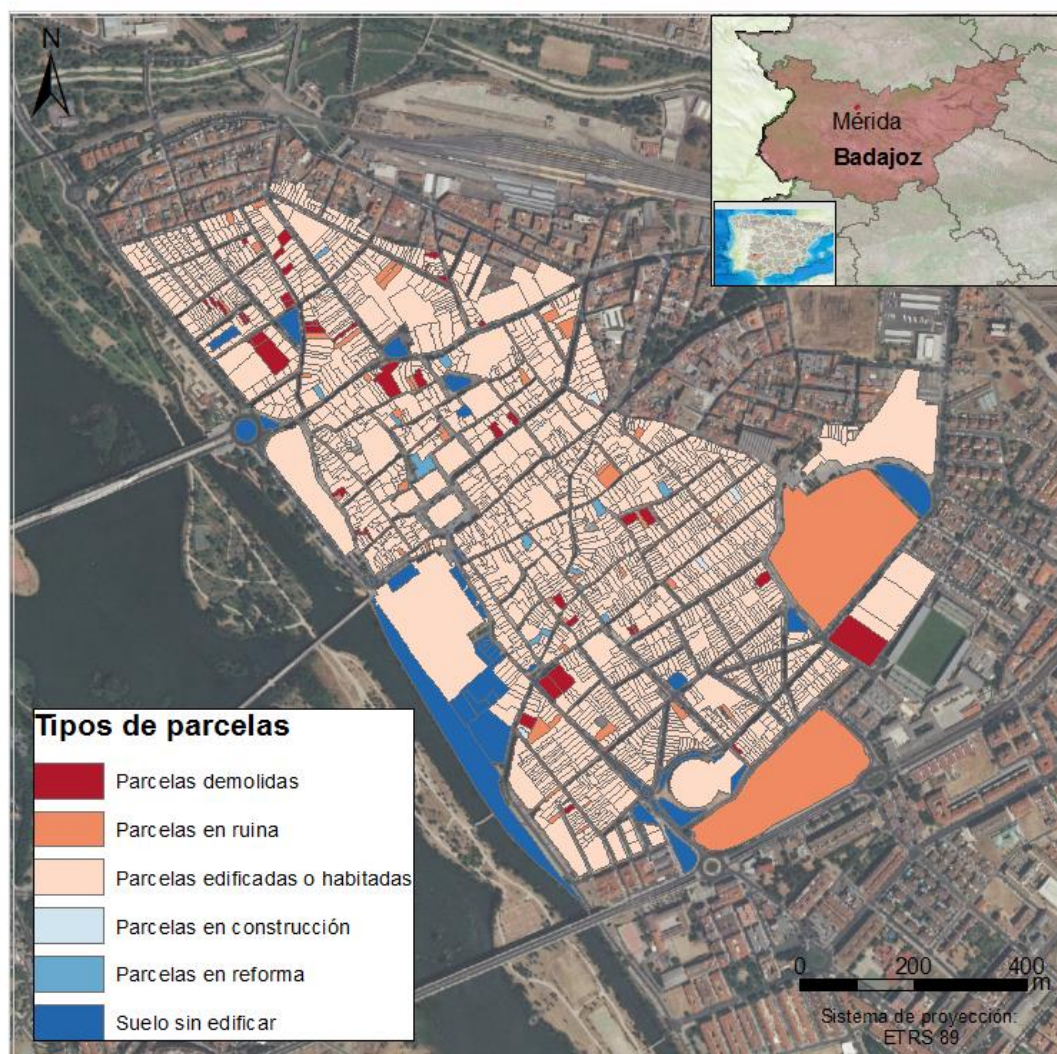


**Fig. 24.** Tipos de propiedad presentes en la zona del Foro.



## Tipos de parcelas de interés arqueológico

Consortio Monumental de Mérida, 2016



**Bases espaciales:**  
PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

**Información temática:**  
Consortio Monumental de Mérida

**Elaboración cartográfica:**  
Autor: Diego Gaspar Rodríguez  
Escala: 1:8.000



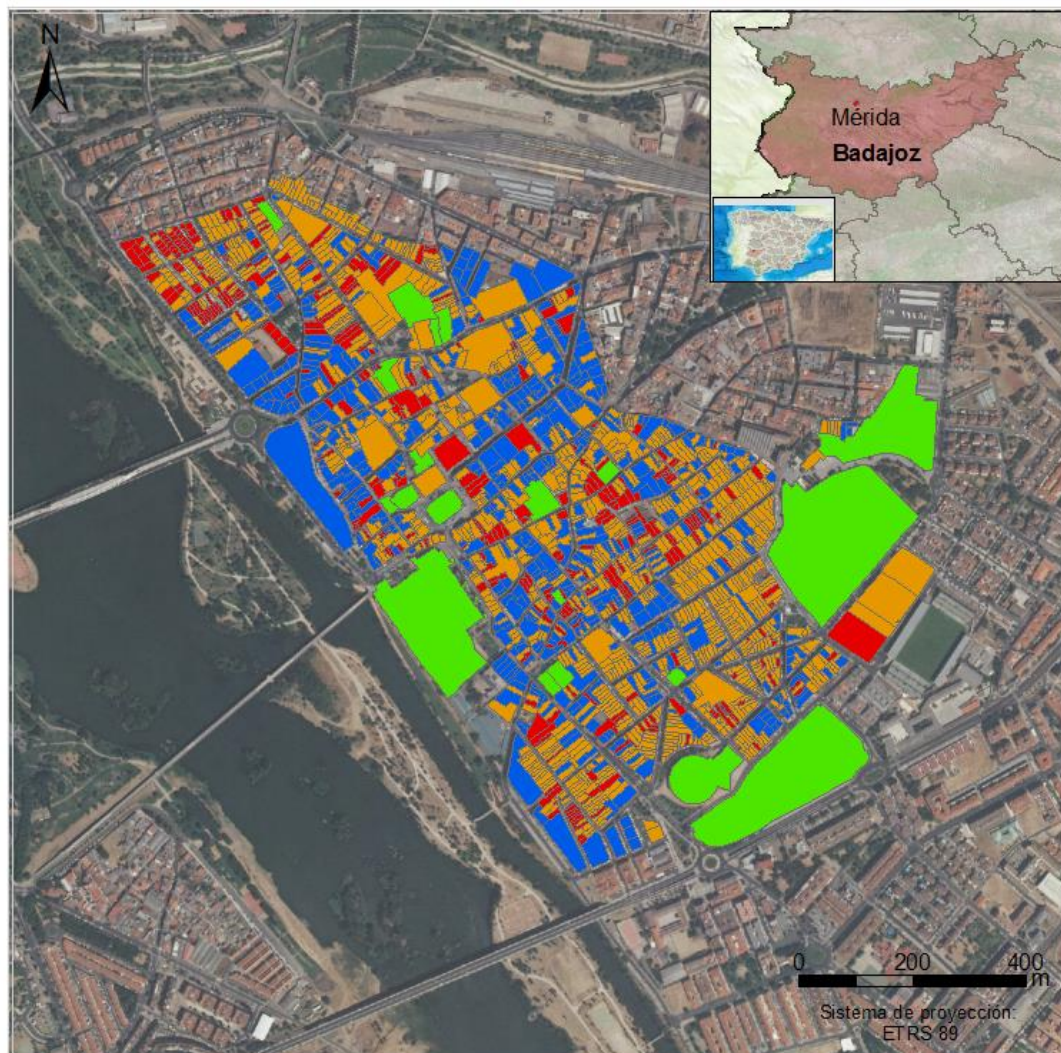
**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

**Fig: 25.** Tipos de parcelas consideradas de interés arqueológico.



## Tipos de edificios de interés arqueológico

Consortio Monumental de Mérida, 2016



### Tipos de edificios

- Bloque de pisos
- Punto de interés
- Vivienda tradicional
- Vivienda tradicional reformada

### Bases espaciales:

PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea)

### Información temática:

Consortio Monumental de Mérida

### Elaboración cartográfica:

Autor: Diego Gaspar Rodríguez

Escala: 1:8.000



**CONSORCIO CIUDAD MONUMENTAL DE MÉRIDA**

**Fig. 26.** Tipos de edificios considerados de interés arqueológico.

## **5.6. Arquitectura de la información conforme a un IDE (Infraestructura de Datos Espacial) a través de su diseño en *Postgres***

El fin último de este trabajo consiste en la creación de un entorno eficiente de bases de datos relacionales en la que se integrará toda la información temática y espacial referida al patrimonio histórico-cultural, tanto de carácter público como privado en el área de estudio. Se considerarán las especificaciones técnicas derivadas de las normativas sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en Europa (Directiva 2007/2/CE, INSPIRE) y España (Ley 14/2010, LISIGE), así como los reglamentos que se marcan en materia de gestión de metadatos (ISO19115). De este modo, se facilitará el manejo e interoperabilidad de los resultados de esta investigación.

Una vez terminado el modelo de datos y la carga de la Base de Datos elaborada, el siguiente paso que se debía abordar era su inclusión en el Sistema Gestor de Bases de Datos del Departamento de Documentación (SGBD) realizado a través del software *PostgreSQL*. Este es un SGBD relacional y orientado a objetos el cual, mediante la extensión *PostGIS*, permite el almacenamiento, gestión y mantenimiento de datos espaciales. A partir del uso de estas herramientas, la institución pretendía abordar tres objetivos:

1. Asegurar la integridad de los datos mediante las diferentes reglas de validación que ofrece el SGBD (establecimiento de dominios, integridad referencial en las relaciones entre tablas, integridad espacial mediante el empleo de disparadores).
2. Controlar los accesos al sistema: administrando los permisos que tienen los distintos usuarios a los datos. De este modo, los usuarios solo podrán tener acceso a la diversa información en función de los permisos que se les haya otorgado previamente. Actualmente el diseño de estos permisos está hecho a nivel de tabla; de tal modo que un usuario tiene acceso a la modificación y consulta de tablas concretas, y de registros; pudiendo el usuario solo modificar una serie de registros dentro de una tabla. Este último tipo de acceso es el empleado por los arqueólogos de la institución, de tal modo que un arqueólogo solo puede cambiar aquellos registros de los cuales es responsable.

3. Realizar copias de seguridad cada quince días, las cuales se mantienen durante un año que se almacena en un servidor externo. De este modo, cada año se saca una copia histórica que es almacenada en un edificio diferente.

Por otro lado, otro aspecto de especial relevancia dentro del SGBD es la posibilidad de permitir el acceso a los datos desde múltiples programas, pudiendo realizar búsquedas complejas ya sea mediante el uso de aplicaciones SIG o por medio de las propias aplicaciones del SGBD. Además, para facilitar el uso del sistema, se han desarrollado una serie de programas que facilitan el acceso a los datos como programas de administración del sistema; donde se asignan los permisos a los usuarios, programas de incorporación y comprobación de datos usadas para incorporar tablas al sistema o programas de usuario que permitan acceder, elaborar y exportar de forma sencilla a los datos.

En lo que respecta a los metadatos, el sistema de registro se ha basado en la creación de un documento de texto donde se describen las tablas incluidas en el SGBD. En estos metadatos se indica el contenido de la tabla y su propósito, así como los campos que la componen y su significado, las comprobaciones necesarias para los datos, sus relaciones, así como otros detalles (Fig. 27)



## Capas incorporadas a la B.D.

### ▲ Capas del Callejero/

Las capas del callejero son dos: una con información espacial donde se almacenan todas las calles con su código, su nombre actual y su geometría y otra tabla en el esquema fichas donde aparecen todos los nombres de las calles a lo largo del tiempo, pero sólo de aquellas calles que han tenido varios nombres.

#### espacial.callejero

Almacena la línea que representa el eje de la calle, su nombre actual, el barrio al que pertenece y el código de la misma.

<u>ej_index</u>	SERIAL	Índice numérico usado por compatibilidad con ArcGIS (ver apartado "Tablas con información espacial")
<u>ej_codcalle</u>	text(5)	Código de la calle. Clave primaria. Clave primaria de hecho. Es txt por compatibilidad con ArcGIS (ver apartado "Tablas con información espacial")
<u>ej_insidviapu</u>	Integer	Código usado por catastro para identificar la calle. Este código tiene muchos errores
<u>ej_tipo</u>	Text (10)	Tipo de vía. Los tipos válidos son: 'avenida', 'calle', 'carretera', 'parque', 'paseo', 'plaza', 'puente', 'rotonda', 'travesía'
<u>ej_nombre</u>	text (50)	Nombre actual de la calle
<u>ej_fecha_dato</u>	date	Se rellena automáticamente con la fecha de inserción del dato.
<u>ej_barrio</u>	text(50)	Barrio al que pertenece la calle.

#### fichas.nomcalles

Tabla sin información gráfica. Contiene el cada calle (clave ajena de la tabla anterior) y una fila para cada uno de los nombres que ha tenido la calle a lo largo del tiempo.

<u>nc_codcalle</u>	integer	Código de la calle. Todos los nombres de la misma calle tendrán este mismo código. Este código es clave ajena de la tabla espacial "callejero", donde aparece el nombre actual de la calle así como la línea que representa al eje.
<u>nc_nombre</u>	text	Nombre de la calle en un momento determinado
<u>nc_fecha</u>	smallint	Año a partir del cual se tiene constancia del nombre de dicha calle. Este dato se utiliza para ordenar cronológicamente. El valor por defecto es 0.
<u>nc_comentario</u>	text	Comentario, si es necesario.

**Fig. 27.** Captura de pantalla donde se aprecia el documento con los metadatos de las capas de la Base de Datos.

En este sentido, una de las líneas de trabajo diseñadas para el futuro por la institución es la adaptación de todos estos metadatos a las especificaciones del Núcleo Español de Metadatos (NEM), un aspecto que ya se ha llevado a cabo en el caso de las tablas creadas durante el periodo de prácticas, las cuales cumplen los requerimientos mínimos fijados por la directiva INSPIRE. La adaptación de estos metadatos a los estándares estipulados resulta de especial relevancia para la institución, especialmente cuando se lleve a cabo el acceso a internet.

De este modo, actualmente la institución cuenta con varios de los elementos necesarios para crear una Infraestructura de Datos Espaciales. Este es uno de los objetivos planteados a largo plazo por el departamento con el fin de facilitar el acceso a la misma por parte de distintos usuarios, tanto miembros de la entidad como externos, al tiempo que se asegura la integridad de los datos. Por otro lado, igual de importante

resulta favorecer la interconexión con otras organizaciones, especialmente con las relacionadas con aspectos urbanísticos, con el fin de promover el intercambio de datos y evitar la duplicación de información.

En resumen, la principal característica de un IDE [http://memberservices.gsdi.org/files/?artifact\\_id=655](http://memberservices.gsdi.org/files/?artifact_id=655) radica en ser un Sistema de Información Geográfica distribuido e interoperable sobre Internet. Por tanto, ha de poderse representar la información de información espacial –en este caso geoarqueológica- mediante los siguientes estándares:

1. En el ámbito de los datos:
  - a. eXtensible Markup Language (XML), <http://www.w3.org/TR/xml-infoset/>
  - b. Los estándares propuestos por el *Open Geospatial Consortium* (OGC) y asumidos por la *International Standard Organization* (ISO).  
<http://www.opengeospatial.org/>
    - i. Geographic Markup Language (GML)
    - ii. Web Map Service (WMS)
    - iii. Web Feature Service (WFS)
    - iv. Web Coverage Service (WCS)
2. En el ámbito de los metadatos:
  - a. ISO/TC 211. Principalmente, ISO19115 / ISO19119 / ISO19110  
[http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/TC\\_211](http://en.wikipedia.org/wiki/ISO/TC_211)
  - b. Dublin Core y las derivaciones que de este se hacen en el documento rawa\_documents\_metadata\_120601.pdf
  - c. Los estándares referidos a interfaces para consultar, al menos, los elementos documentales del catálogo mediante el perfil cliente-servidor OGC-CSW2.0.2  
ISO,  
<http://www.opengeospatial.org/standards/requests/35>

Pero, ¿De qué elementos se compone una IDE? Las IDE se encuentran conformadas por un conjunto de datos espaciales a los cuales van asociados una serie de elementos tecnológicos, normas y planes institucionales que tienen como objetivo facilitar el acceso a los mismos. De este modo, una IDE va mucho más allá de los datos espaciales, incluyendo otros componentes que permiten conocer, estandarizar, visualizar y obtener los datos. Así, una IDE debe contar con los siguientes elementos.

- 1. Datos:** estos han de recogerse una única vez y deben facilitarse herramientas que permitan el intercambio normalizado. En este sentido, resulta enormemente relevante el fijar estándares en los modelos de datos, una iniciativa que ya se persigue actualmente a través de los anexos fijados por la directiva INSPIRE pero que, como se mencionó en el apartado del modelo de datos, resulta de difícil aplicación en el ámbito de la arqueología. Así, el principal desafío al que debe hacer frente la institución es la normalización de sus datos y metadatos para cumplir con los estándares fijados por las diferentes directivas.

El primer elemento a tratar serían los datos que conforman la base de datos del Consorcio. Estos, exceptuando el caso del Departamento de Documentación, presentan enormes inconvenientes para su gestión (dispersión, carencia de normalización, falta de datos etc.). Para cumplir con la directiva INSPIRE, estos datos deben cumplir una serie de condiciones: como hacer referencia a una zona de un estado miembro, pertenecer los datos a una autoridad pública y tratar uno de los temas recogidos en los anexos de INSPIRE (Fig. 27). Dependiendo del ámbito en el cual se vayan a emplear los datos deben cumplir unos niveles de exigencias. De este modo, en el caso de los datos almacenados por el Consorcio, estos deberían ajustarse a los anexos de Parcelas catastrales y de Lugares Protegidos.

Anexo I	Anexo II
1. Sistemas de coordenadas de referencia 2. Sistema de cuadrículas geográficas 3. Nombres geográficos 4. Unidades administrativas 5. Direcciones 6. Parcelas catastrales 7. Redes de transporte 8. Hidrografía 9. Lugares protegidos	1. Elevaciones 2. Cubierta terrestre 3. Ortoimágenes 4. Geología
Anexo III	
1. Unidades estadísticas 2. Edificios 3. Suelo 4. Uso del suelo 5. Salud y seguridad 6. Servicios de utilidad 7. Instalaciones de observación del medio ambiente 8. Instalaciones de producción e industriales 9. Instalaciones agrícolas y de acuicultura 10. Distribución de la población — demografía 11. Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación	12. Zonas de riesgos naturales 13. Condiciones atmosféricas 14. Aspectos geográficos de carácter meteorológico 15. Rasgos geográficos oceanográficos 16. Regiones marinas 17. Regiones biogeográficas 18. Hábitats y biotopos 19. Distribución de las especies 20. Recursos energéticos 21. Recursos minerales

**Fig. 28.** Temas y anexos INSPIRE. Fuente: [www.siose.es](http://www.siose.es).

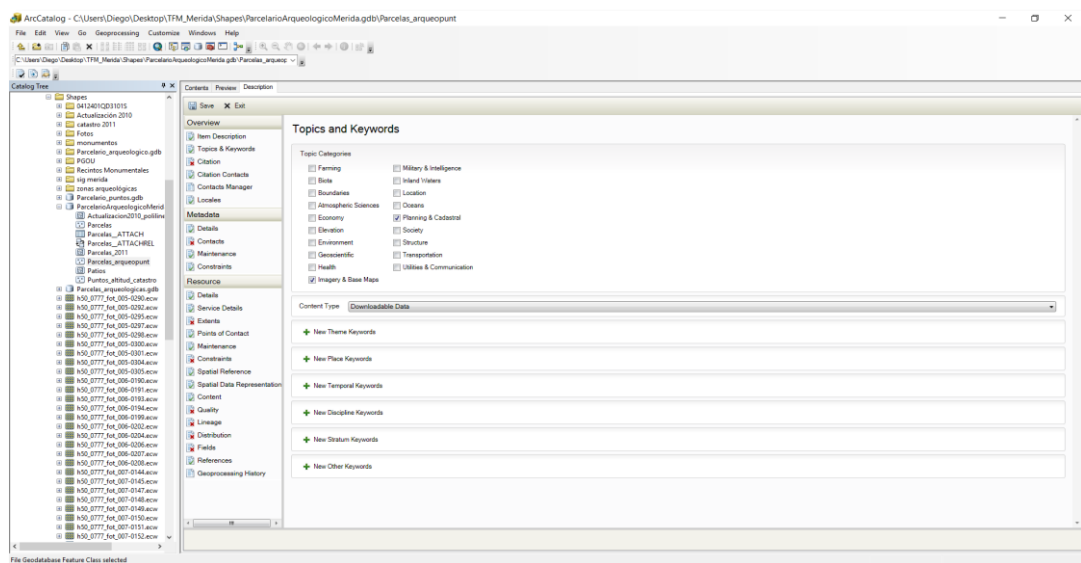
Tal y como establece la directiva INSPIRE, estos datos deben cumplir una serie de especificaciones y su representación debe realizarse con modelos en lenguaje UML (Lenguaje Unificado de Modelado) así como los estándares de las series 19100 de ISO y las especificaciones propias de cada país.

- 2. Metadatos:** describen los datos espaciales y aportan información adicional. Estos se encuentran determinados por la norma ISO 19115 fijada por la directiva INSPIRE, la cual define un conjunto de elementos mínimo que deben conformar los metadatos (Tabla 6).

**Tabla 6:** Mínimo de elementos que permiten describir un conjunto de datos según la norma ISO 19115.

Título del conjunto de datos	Tipo de representación espacial
Fecha de referencia del conjunto de datos	Sistema de referencia
Parte responsable del conjunto de datos	Linaje
Localización geográfica del conjunto de datos	Recurso en línea
Idioma del conjunto de datos	Identificador del archivo de metadatos
Conjunto de caracteres del conjunto de datos	Nombre de la norma de metadatos
Categoría del tema del conjunto de datos	Versión de la norma de metadatos
Resolución espacial del conjunto de datos	Idioma de los metadatos
Resumen descriptivo del conjunto de datos	Conjunto de caracteres de los metadatos
Formato de distribución	Punto de contacto para los metadatos
Información adicional de la extensión del conjunto de datos	Fecha de creación de los metadatos

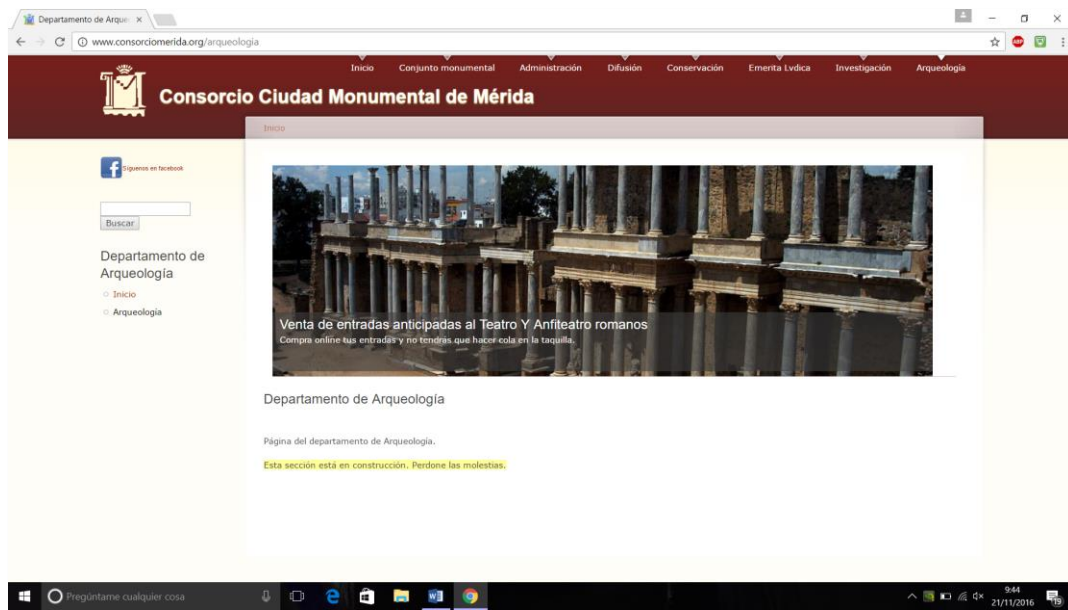
En el caso de las capas creadas para el Departamento de Documentación, en ellas se ajustaron los metadatos al modelo prefijado por la directiva INSPIRE. Para ello, se empleó el programa *ArcCatalog* de ESRI con el fin de introducirlos (Fig. 29). Este programa permite crear un fichero de metadatos en formato **.xml** (en el caso de los *shapes*) así como validar la información introducida para que se adapte a los criterios del estándar. Una vez creados los metadatos, estos fueron explicados al informático del departamento para su implementación futura en el resto de capas.



**Fig. 29.** captura de pantalla donde se aprecian los metadatos de la capa.

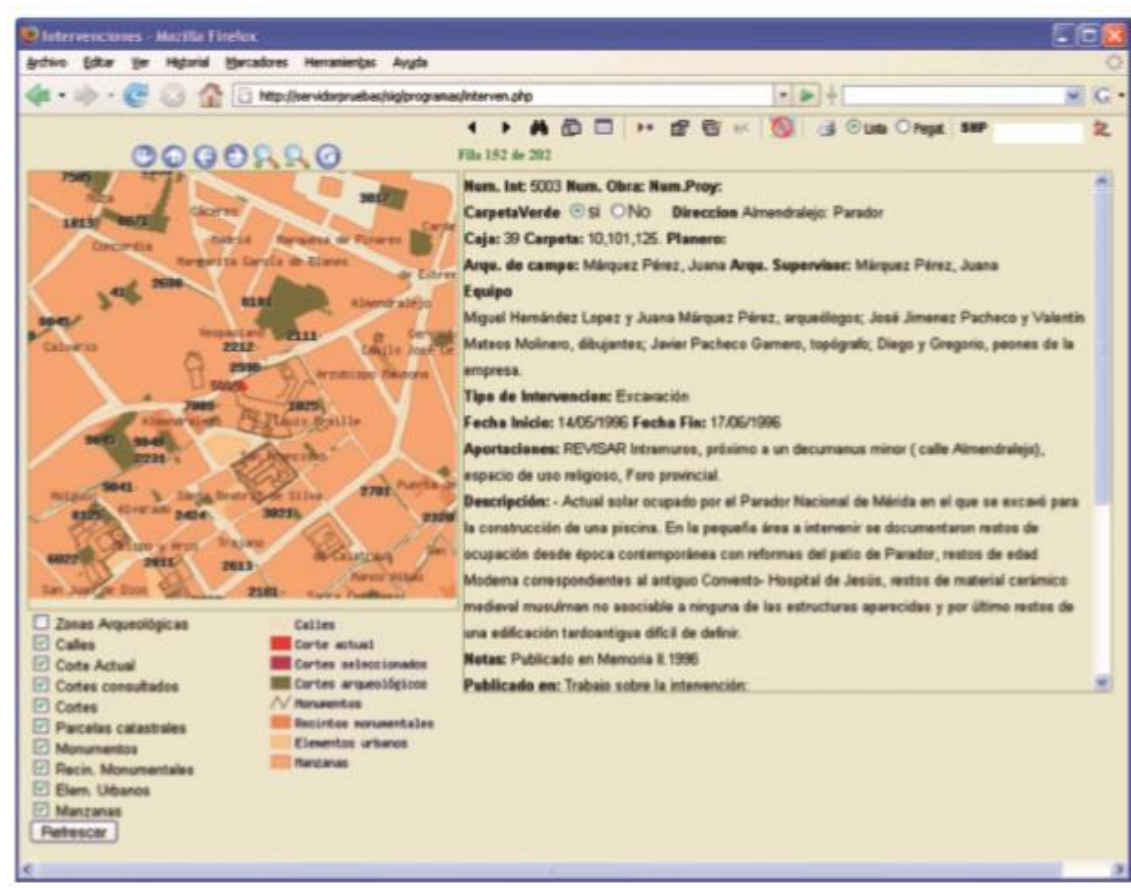
**3. Estándares:** criterios que favorecen la interoperabilidad tanto a nivel técnico (mismos formatos) como semántico (significados coherentes). Este es uno de los puntos pendientes dentro del Consorcio. El motivo de la carencia de estándares se debe al aislamiento de la información que han tenido los datos arqueológicos almacenados, cuya coherencia y sentido solo era relevante para los pocos miembros de la institución que tenían acceso a los mismos. Para establecer una infraestructura de datos espaciales se deben seguir los reglamentos y directrices técnicas fijados por la directiva INSPIRE (2007/2/CE). Esta directiva tiene su translación al marco español mediante la Ley de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica (LISIGE), la cual fija las bases para establecer una IDE.

**4. Sistemas de acceso:** fundamentalmente internet. Resulta necesario que existan redes que permitan a los diversos usuarios acceder a la información. Este es otro aspecto pendiente dentro de la base de datos de la institución, a la cual solo se tiene acceso desde la red interna. Por ello, se deben proporcionar a los futuros usuarios servicios accesibles que cumplan las reglas de la directiva INSPIRE, debiendo ofrecerse los datos de forma integrada e interoperable (Fig.30).



**Fig. 30.** Captura de pantalla de la página del Consorcio, donde se aprecia que el enlace de acceso al catálogo del departamento aún está en construcción.

**5. Herramientas de consulta:** herramientas que faciliten el acceso y conocimiento sobre la existencia de determinados datos (catálogos). Este catálogo permite navegar de forma eficaz por los diversos contenidos de una IDE. En el caso del Departamento de Documentación, este catálogo solo abarca la información contenida en la base de datos, a la cual se accede mediante una interfaz a la que solo se tiene acceso desde la red interna de la institución (Fig. 31).



**Fig. 31.** Captura de pantalla donde se aprecia la interfaz del departamento con el visor de mapas.

Más allá del catálogo, existen otra serie de herramientas empleadas para la articulación de la información contenida en la base de datos, las cuales deben obedecer también una serie de estándares para facilitar su acceso a través de internet. En este sentido, dentro del Consorcio ya se aplican varias de las herramientas necesarias para desarrollar una IDE, las cuales cumplen además las especificaciones fijadas por el Open Geospatial Consortium (OGC). En este caso, el equipo del departamento consta de cinco servidores: de base de datos, de aplicaciones, de mapas, de archivos y de copias de seguridad.

En cuanto al servidor de base de datos, este viene proporcionado por PostgreSQL. Este software permite el acceso simultáneo tanto para consulta como para actualización empleando la técnica del versionado. Además, mediante funciones y disparadores asegura la integridad de los datos. Por otro lado, el uso de la extensión de PostGIS permite el manejo de los datos espaciales, permitiendo además la conexión con múltiples programas de

escritorio. En este caso, el software de escritorio empleado por el Consorcio era *ArcGIS*, si bien en los últimos meses se ha comenzado el paso a *QGIS* en un intento de formar al personal en el uso de software libre.

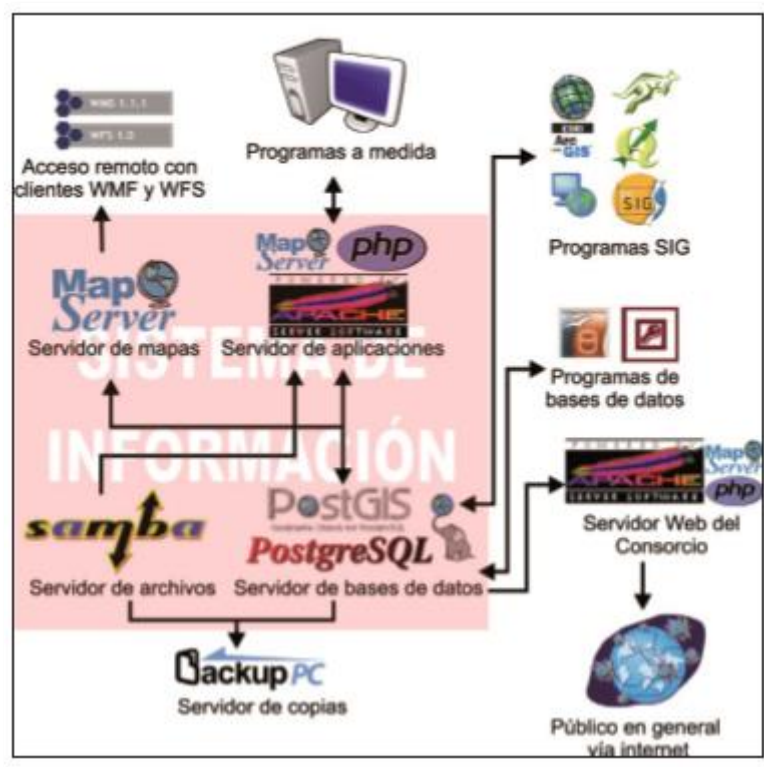
En cuanto al servidor de aplicaciones, este permite centralizar la localización de los programas desarrollados (*Apache*, *PHP* y *MapServer*), los cuales son utilizados mediante un navegador web. De este modo, *Apache* permite la conexión vía http mientras que el lenguaje PHP ejecuta los programas que acceden y administran la información del sistema. Por último, *MapServer* facilita la visualización de planos en los programas.

Por otro lado, el servidor de mapas se implementa también a partir del programa *MapServer*, el cual proporciona acceso remoto a las capas del sistema usando estándares WMS y WFS fijados por la OGC. Sin embargo, esta aplicación no se encuentra en funcionamiento actualmente debido al abandono del proyecto en 2007.

En lo que respecta al servidor de archivos, este permite que los programas que se ejecutan en el servidor de aplicaciones tengan acceso a los ficheros almacenados. Existen dos sistemas de control de usuarios: por un lado, el SGBD tiene una tabla de usuarios que controla el acceso al servidor de base de datos, de aplicaciones y de mapas y; por otro, el servidor de archivos tiene su propia tabla de usuarios. En un futuro se piensa unificar el sistema de accesos implantando un servidor LDAP al que consultarán el servidor de base de datos, el de aplicaciones, el de mapas, y el servidor de archivos los permisos de cada usuario (Barrantes et al, 2011: 691).

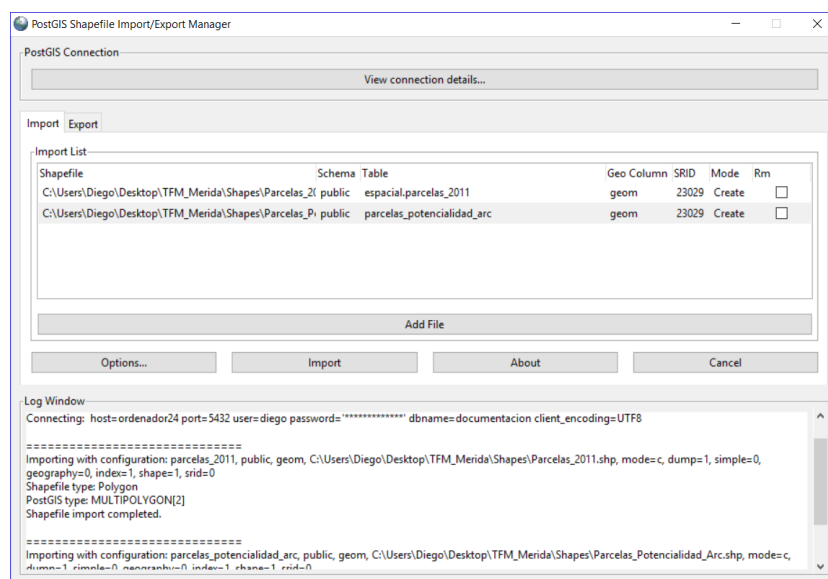
Por último, el servidor de copias de seguridad es el encargado de realizar copias diarias del sistema, así como de administrar los dominios. De este modo, la estructura del sistema quedaría configurada de la siguiente forma (Fig. 32).





**Fig. 32.** Estructura del sistema (Barrantes et al, 2011: 696).

Dentro de las prácticas realizadas en la entidad, la última fase del proyecto era la implementación de las capas generadas dentro de la estructura de *PostgreSQL*. Para ello, a través del programa de escritorio *ArcGIS*, se exportaron las capas generadas en formato *shape* dentro del SGBD (Fig. 33).



**Fig. 33.** Captura de pantalla donde se aprecia el volcado de las capas a PostGIS.

Una vez hecho esto, se empleó la aplicación web *PhpPgAdmin* con el fin de modificar las tablas mediante comandos SQL (Fig. 34). De este modo, tras cargar las dos capas en el servidor, se procedió a la creación de los dominios dentro de la base de datos, cambiando los campos en formatos originales por el formato acorde al dominio creado (Fig. 35).

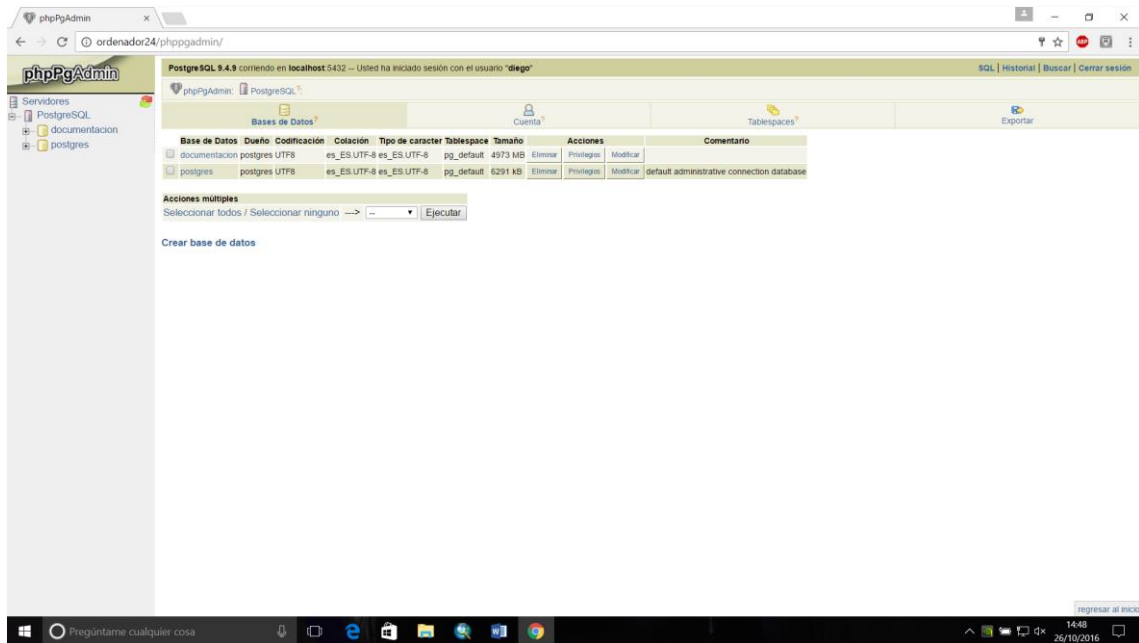


Fig. 34. Captura de pantalla donde se aprecia la interfaz de *PhpPgAdmin*.

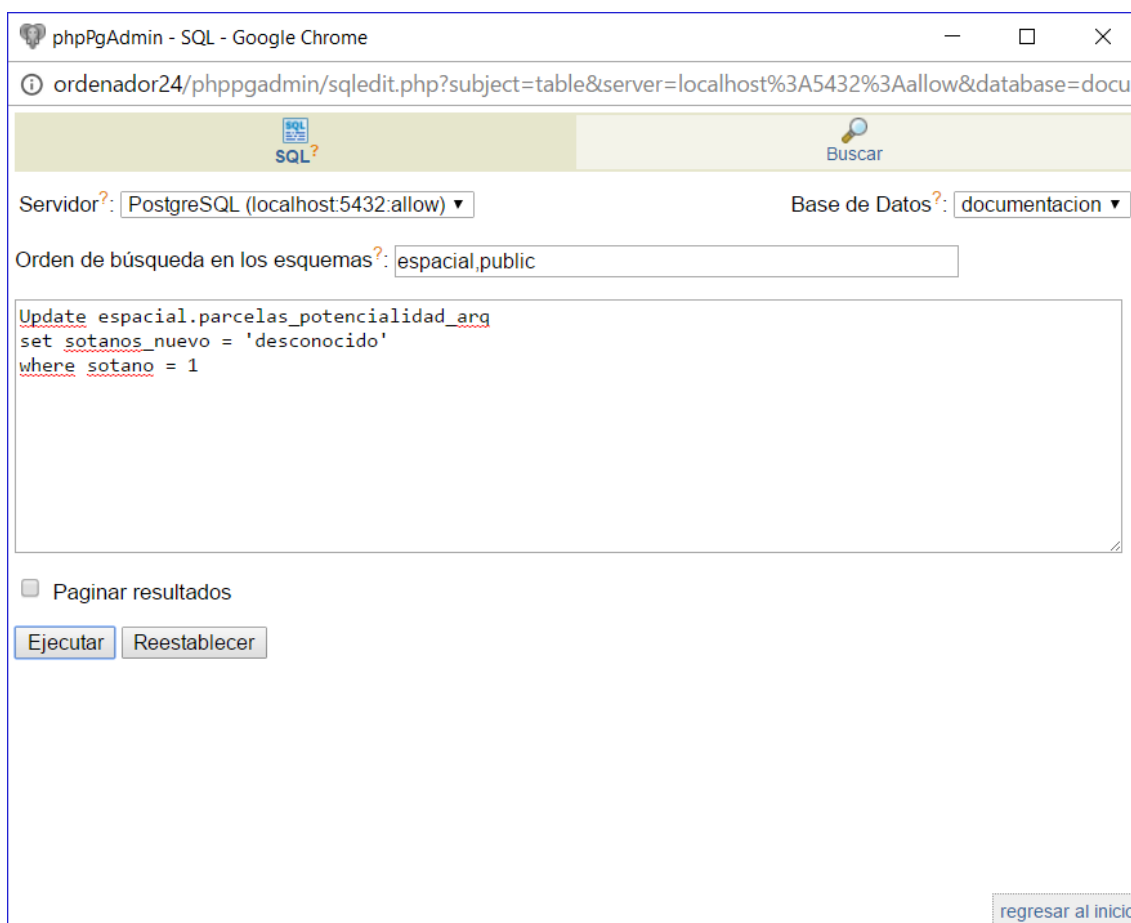
The screenshot shows the 'Crear dominio?' form in the phpPgAdmin interface. The form has the following fields:

- Nombre:** sotanos
- Tipo de dato:** character varying
- No Nulo:** ☐
- Predeterminado:** 'no, no tiene'
- Restricciones:** CHECK ( )

At the bottom of the form are two buttons: 'Crear' and 'Cancelar'.

Fig. 35. Captura de pantalla donde se aprecia el proceso de creación de uno de los dominios.

Así, se procedió a la modificación de los dominios en los siguientes campos: sótanos, tipos de propiedad, tipos de edificio, tipos de parcela, tipos de reforma catastral, zonas arqueológicas, pérdida arqueológica y tipos de uso (Fig. 36).

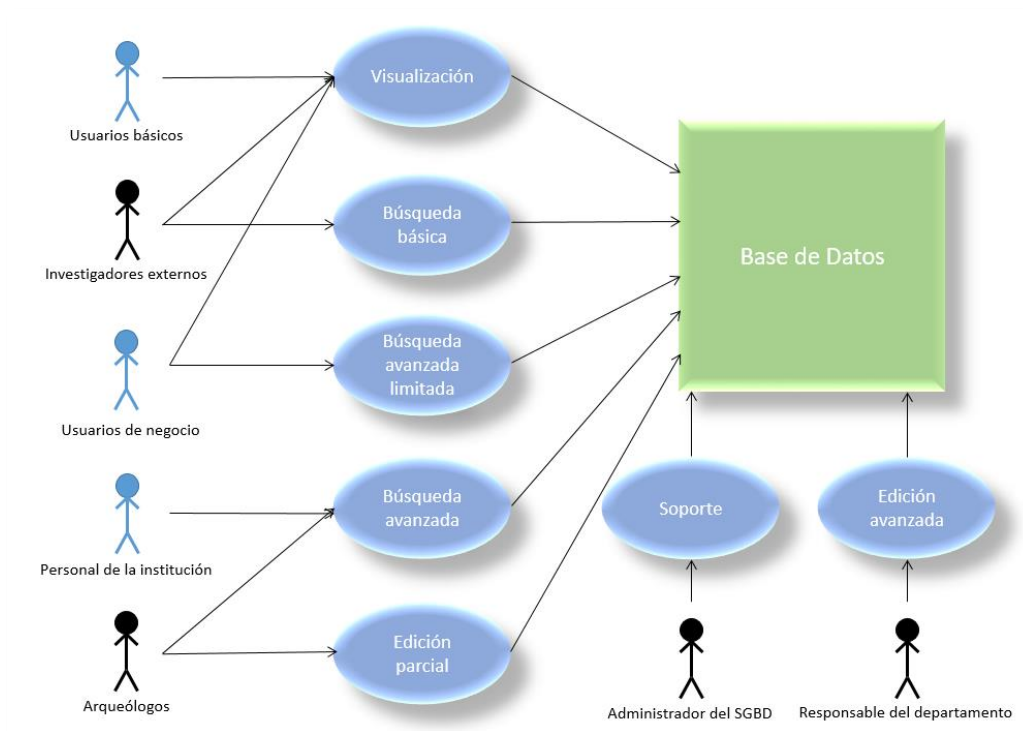


**Fig. 36.** Captura de pantalla donde se aprecia la sentencia SQL para cambiar la información original de los campos al de los dominios.

**6. Usuarios:** tan importante es conocer los componentes de una IDE como los actores involucrados en el funcionamiento de la misma ya que en función de aquellos usuarios considerados potenciales se conformará toda la arquitectura de la IDE (Fig. 37). En este sentido, los principales usuarios a los que pretende dar cobertura el Consorcio son los siguientes:

- Usuarios básicos: personas con un interés puntual por el patrimonio emeritense que realizan consultas en la página web.

- Usuarios avanzados: utilizan herramientas de búsqueda y aplicaciones específicas disponibles para el público en general. En este marco se encontrarían los investigadores externos.
- Usuarios de negocio: con un interés comercial en los datos almacenados. Un ejemplo de este tipo de usuarios serían las personas que acuden al Consorcio en busca de información arqueológica para la realización de obras en el parcelario.
- Usuario consultor: englobaría a aquellos usuarios que tienen acceso a los datos restringidos de la IDE. Estos serían el personal de la institución.
- Usuario editor: aquellos que tienen acceso a la edición de determinados componentes de la base de datos, como por ejemplo los arqueólogos.
- Usuario gestor: encargado de gestionar determinados servicios proporcionados por la IDE. Esta sería la labor del Director del Departamento de Documentación.
- Administrador: es el responsable de mantener toda la infraestructura y proporcionar soporte técnico. En este punto se ubicaría el informático de la institución.



**Fig. 37.** Usuarios con acceso a la base de datos del Consorcio (en negro los que acceden actualmente y en azul los planeados para el futuro). Fuente: elaboración propia.

En suma, el Departamento de Documentación cuenta hoy en día con muchos de los componentes necesarios para llevar a cabo la puesta en marcha de una IDE, un aspecto que se abordará durante la Fase II que acaba de iniciarse y que permitirá a la institución una mayor interconexión con el resto de organismos públicos, facilitando tareas tanto a la propia entidad, como a los usuarios que acuden en busca de información.

Por último, nos gustaría incidir en cómo servir y representar la información geográfica en la plataforma *PostGIS* del Consorcio. La idea central es la necesidad irrenunciable de que el sistema cumpla con los requisitos imprescindibles para ser considerado una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Uno de dichos requisitos es el cumplimiento de los estándares para la distribución de información geográfica establecidos por el Open Spatial Consortium (OGC). Dicho cumplimiento garantiza la interoperabilidad del sistema a la hora de servir la información, esto es, la posibilidad de que esta pueda ser consumida por todo tipo de clientes, tanto ligeros (geoportales web) como pesados (software específico de información geográfica). En el caso concreto de la IDE del Consorcio, los estándares a considerar son dos, relativos a sendos servicios:

- Web Map Service (WMS): Servicio de producción de mapas.
- Web Feature Service (WFS): Servicio de distribución de datos vectoriales (puntos, líneas y polígonos), con su información temática asociada.

En la estructura multicapa del sistema, dichos servicios mediarían entre la capa de datos y los interfaces de usuario:

- Capa de datos: base de datos *PostgreSQL + PostGIS*
- Capa de servicios:
  - Servicios web en PHP
  - Servicios OGC: WMS y WFS
- Capa de usuario (WUI)

Los servicios OGC (en nuestro caso, WMS y WFS) se implementan a través del software *GeoServer*, diseñado para la distribución abierta e interoperable de datos geográficos. Actualmente el sistema contiene las siguientes capas de información geográfica. Estas se encuentran agrupadas en tres bloques: datos básicos, datos generales de patrimonio y datos arqueológicos. Estos grupos se dividen en subgrupos

que a su vez se materializan en tablas y vistas del SGBD que conforman las capas básicas del sistema (Fig. 38)

Grupos	Subgrupos	Capas
Grupo de datos básicos	Cuadrículas con escalas.	Cuadrículas
		Cua_1_500 (vista)
		Cua_1_1000 (vista)
		Cua_1_5.000 (vista)
		Cua_1_10.000 (vista)
		Cua_1_10.000IGN (vista)
		Cua_1_50.000IGN (vista)
	Limites administrativos.	Limitesadmin
	Curvas de nivel	CurvasNivel
		Curvas_1919 (vista)
		Curvas_1_1000 (vista)
		Curvas_1_5000 (vista)
	Hidrografía.	hidro_detalle
		hidro_rios
	Infraestructura viaria.	Infraviaria_1000
		Infraviaria_10000
	Elementos urbanos.	Elemurbanos
	Manzanas urbanas.	Manzanascat
		Manzanasplan
		Manzanasderrth
		Manzanas (vista)
	Parcelas urbanas	Parcelas
	Callejero	espacial_callejero
		fichas_nomencl
		espacial_callehistorico (vista)
	Planeamiento de desarrollo municipal	Plandesa
	Bases topográficas del Consorcio.	Manzanas_plan
Grupo de datos generales de patrimonio	Bases	Bases
	Zonas arqueológicas del PGOU.	zonas
	Vías pecuarias.	Vias pecuarias
	Yacimientos arqueológicos del Término municipal	cat_cultura
		cat_pgou_arquit
		cat_pgou_arqueo
	Catálogo de Patrimonio arqueológico y arquitectónico del PGOU	cat_pgou_arquit_urb
		cat_pgou_arqueo_urb
		MonumentosL
	Monumentos y recintos monumentales urbanos	MonumentosP
		MonumInterven
		RecintosmonumP
Grupo de datos arqueológicos especializados	Intervenciones arqueológicas	Cortes
		Intervenpun
		Intervenpul
		Intervenpunv(vista)
		arq_Contornos
		arq_Detalles
		arq_Bordim
		arq_RestL
		arq_RestP
		arq_RestPavim
		arq_Cotas
	Proyectos de investigación arqueológica	proy_AreaEstudio
		proy_Contornos
		proy_Cotas
		proy_Bordes
		proy_RPavimentos
		proy_REstructuras
		Pproy_REstructurasL

**Fig. 38.** Agrupación de capas básicas del sistema (Barrantes et al, 2011: 695).

El sistema servirá la información geográfica de cada una de estas tres entidades mediante ambos servicios (WMS y WFS), para posibilitar tanto la visualización de mapas como la descarga de datos vectoriales y los temáticos asociados.

Sería recomendable que el visor geográfico estuviera implementado mediante alguna librería como OpenLayers 3.0 y que esta obtuviera la información de la geometría a representar a través de los servicios WMS del propio sistema. Si bien es cierto que esto ralentizaría ligeramente la ejecución de las peticiones de información en el visor en comparación a si se hiciera directamente sobre la base de datos, pensamos que la implementación ganaría en robustez.

## 5. RESULTADOS

Los resultados aportados a la institución durante el desarrollo de estas prácticas se consideran satisfactorios tanto desde el punto de vista técnico como formativo. En este sentido, la labor realizada durante la estancia no se limitó a la creación de la capa temática de potencialidad arqueológica, sino que también sirvió para reciclar los conocimientos de parte del personal del departamento tras el abandono del SIG en 2007. Así, formativamente se asesoró al departamento en los siguientes puntos:

- Gestión de metadatos, recomendando herramientas para su tratamiento como *ArcCatalog* o *CatMDEdit*.
- Diseño cartográfico, actualizando las antiguas plantillas de mapas abandonadas hacía diez años.
- Elección de programas de escritorio, proporcionando alternativas al software propietario *ArcGIS* que se adecuasen a las necesidades de la institución.
- Facilitar información sobre herramientas públicas de utilidad para la institución como la interfaz catastral.
- Asesorar en la realización de modelos fotogramétricos y su posterior integración en la base de datos.

Respecto al modelo de datos desarrollado, se logró el diseño de un modelo útil, que recogiese todos los aspectos relevantes desde el punto de vista arqueológico sobre el entorno urbano y que, a su vez, cumpliera con los estándares internacionales fijados por la directiva INSPIRE y el OGC para datos y metadatos.

Por otro lado, se definieron las especificaciones para configurar la IDE del Consorcio, delimitando las estrategias a seguir en el futuro para alcanzar los objetivos. En este sentido, la principal labor del Consorcio para habilitar la IDE sería completar los siguientes aspectos (Tabla 7):



**Tabla 7.** Elementos que tiene y elementos a completar para habilitar la IDE del Consorcio.

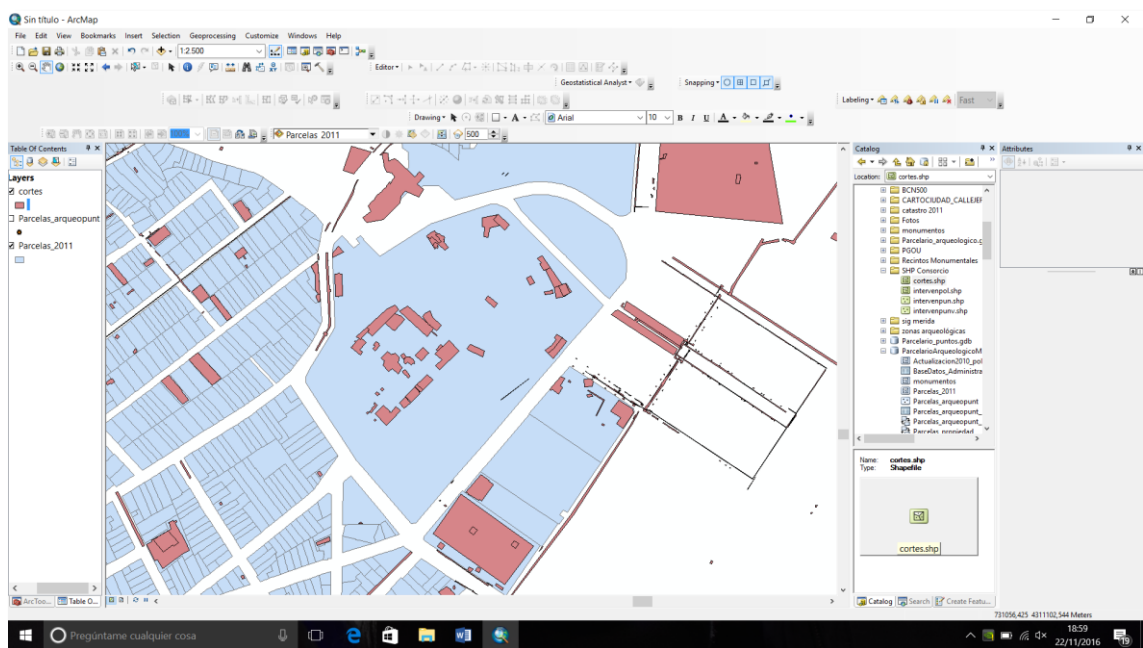
	Que tiene	Que le falta
<b>Datos</b>	Un modelo de datos.	Cumplir los estándares para datos fijados por la directiva INSPIRE.
<b>Metadatos</b>	Metadatos almacenados en un documento de texto.	Tratar adecuadamente los metadatos adaptándolos a las directrices fijadas por la norma ISO 19115.
<b>Estándares</b>	No lo ha contemplado.	Seguir los reglamentos y directrices fijados por la directiva INSPIRE y el OGC.
<b>Sistemas de acceso</b>	Modos de acceso mediante la red interna del Consorcio.	Acceso a internet para compartir los datos.
<b>Herramientas de consulta</b>	Cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar una IDE.	
<b>Usuarios</b>	Cuenta con usuarios con acceso a la red interna.	Habilitar accesos para nuevos usuarios e instruir a su personal en el manejo de la base de datos.

En cuanto a la utilidad de los datos volcados, se desarrolló una herramienta útil, ya en uso, para conectar la información catastral y la arqueológica, permitiendo a los responsables del Departamento de Documentación aportar importantes datos a los múltiples usuarios que desean información sobre el parcelario de la ciudad antes de presentar solicitudes de obra. De este modo, mediante esta capa los usuarios pueden conocer el estado de la parcela de interés y las colindantes.

Un ejemplo de esta utilidad sería el siguiente: un usuario acude al Departamento en busca de información antes de iniciar una obra en su vivienda. Solo proporcionando su dirección o su referencia catastral se puede acceder a los datos de su parcela y de las parcelas colindantes, observando el estado de las mismas, si existen restos arqueológicos documentados en alguna de ellas etc. El conocimiento de estos aspectos puede dar una idea general al usuario sobre la viabilidad de acometer una determinada obra u otra, ahorrando en costes para el usuario.

Por otro lado, el conocimiento sobre la propiedad y estado de una vivienda ayuda a los arqueólogos responsables de las intervenciones a agilizar las gestiones administrativas, al conocerse previamente los titulares de la propiedad y, por tanto, las estrategias que deben seguirse. Además, el cruce de la información sobre reformas del catastro y la del Departamento de Administración permite ordenar y clasificar las incidencias urbanísticas que han escapado a la institución.

Por último, la generación de hipervínculos con la página del Catastro permite a la institución correlacionar de forma sencilla la información arqueológica con la urbanística, pudiendo actualizar información importante, como cambios en la superficie parcelaria o posibles reformas ilegales que hayan pasado el filtro del Consorcio. A continuación, se muestran tres capturas de pantalla: la primera muestra la relación entre la capa de cortes arqueológicos y la información de la capa de potencialidad arqueológica (Fig. 39), la segunda, muestra los atributos de las parcelas con la herramienta *Identify*, así como los adjuntos (Fig. 40) y la tercera presenta la relación entre la capa y la página catastral (Fig. 41).



**Fig. 39.** Captura de pantalla donde se muestra la superposición de la capa de potencialidad arqueológica y la de cortes arqueológicos.

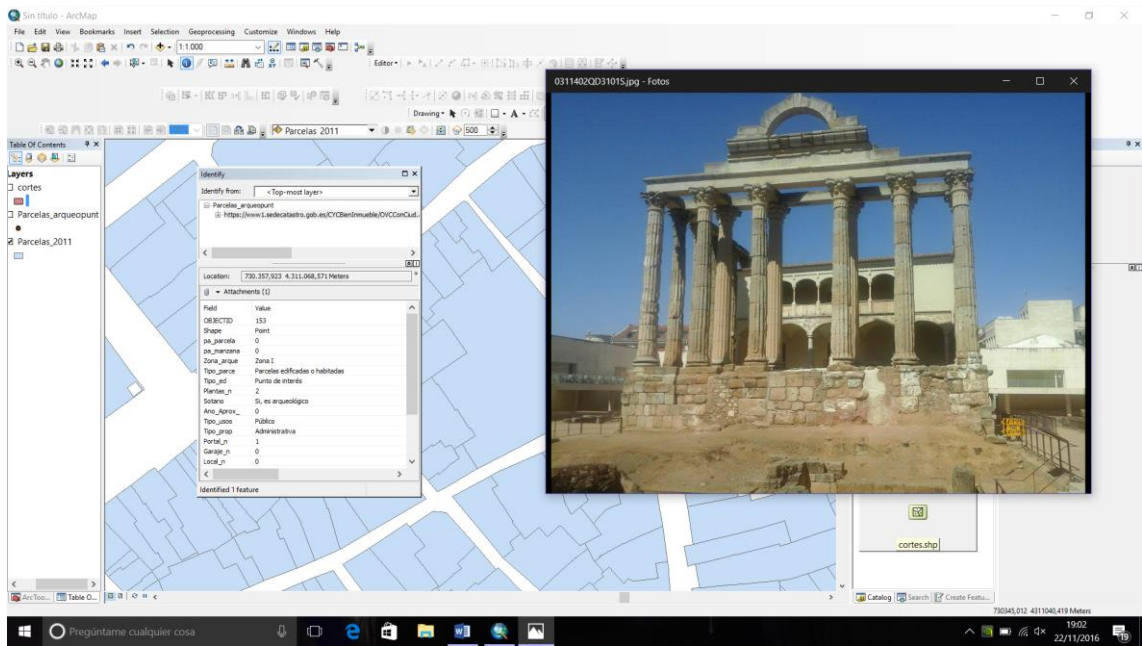


Fig. 40. Captura de pantalla donde se muestran los atributos de la parcela y los anexos de la misma.

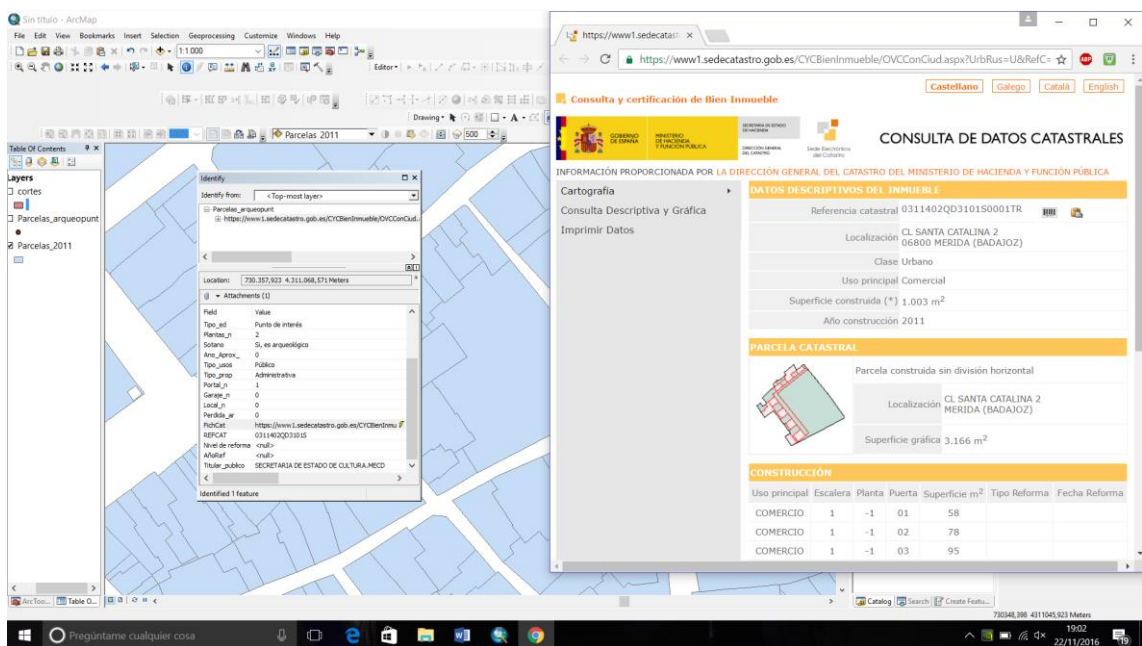


Fig. 41. Captura de pantalla donde se aprecian los hipervínculos entre las parcelas y la página catastral.

## 6. PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez terminado el periodo de prácticas en el Consorcio Monumental de Mérida, no puedo sino expresar mi satisfacción por los objetivos alcanzados durante el mismo, así como destacar la cooperación de todos los miembros del departamento y su interés en mi formación. Sin embargo, en el apartado de mejoras, existen ciertos aspectos a nivel técnico y metodológico que debe mejorar la institución, algo completamente lógico si se tiene en cuenta los diez años de parálisis que ha sufrido el SIG.

Así, en una escala descendente, el mayor problema al que debe hacer frente el Consorcio es la creación de una única base de datos que englobe la información de todos los departamentos. En este sentido, las enormes diferencias estructurales entre las bases de datos de los distintos departamentos, la nula conexión entre las mismas y la falta de criterios de recogida y volcado de los datos suponen un lastre para la gestión y consulta de la información arqueológica. Por ello, el principal objetivo a conseguir es un acuerdo entre los responsables de los diferentes departamentos con el fin de definir un espacio en el cual puedan albergarse los datos de forma común y con criterios homogéneos.

Más allá de esto, otros aspectos a corregir serían los siguientes:

- Adaptación de las capas espaciales al nuevo sistema de referencia fijado por el estado español (ETRS89).
- Normalización de los datos y metadatos para adaptarlos a los estándares internacionales.
- Incrementar la formación en el personal del departamento para favorecer el uso de la información almacenada en la base de datos.
- Desarrollo de un servicio de carga masiva de datos capaz de incorporar toda la información del Consorcio. El servicio para la carga masiva de datos es la pieza de software capaz de incorporar registros a la base de datos (BD) del Sistema de Información (SI) a partir de archivos de texto plano con formato CSV según el modelo de datos mostrado.

## 7. CONCLUSIONES

Durante el transcurso de las prácticas se han desarrollado las herramientas necesarias para conectar la información arqueológica y urbanística, proporcionando al Consorcio un recurso que le permitiese hacer frente a las múltiples solicitudes de obra que se presentan por parte de particulares.

Esta labor ha supuesto una enorme inversión de tiempo, especialmente el destinado a la captura de los datos sobre las 2.343 parcelas que conforman las zonas I y II, las más reducidas en cuanto a número de parcelas. Sin embargo, aunque el objetivo fijado en un principio se circunscribió a estas zonas, la elaboración del modelo de datos tuvo en cuenta las posibles características de interés arqueológico de todo el parcelario municipal. De este modo, si bien los datos volcados se encuentran rellenos de forma parcial, ya se ha proporcionado la estructura a seguir en las siguientes zonas, labor que esperamos seguir desarrollando con la institución en los próximos meses.

Otro aspecto a remarcar en esta conclusión es la importancia dada a la gestión de los metadatos durante el desarrollo del modelo, un aspecto no tratado en profundidad por los miembros del departamento. Este, unido a una normalización de los datos almacenados, será uno de los puntos clave a abordar durante esta Fase II, terminando esta con el desarrollo de una IDE.

Además, quisiera señalar lo positivo de las prácticas, en las cuales se han alcanzado los objetivos propuestos, y las posibilidades de futuro que ofrece el uso de los Sistemas de Información Geográficos para la gestión del patrimonio arqueológico en el ámbito urbano. En este sentido, desde el Departamento de Documentación y desde la Dirección de la Institución se ha transmitido en todo momento el interés por continuar con el desarrollo de este proyecto, sobre el cual se seguirá apostando y del que se esperan importantes resultados.

Por último, solo queda resaltar las posibilidades de este proyecto, el cual ofrece a la institución las herramientas para gestionar y proteger el patrimonio arqueológico de la ciudad. Así, mediante el uso de esta base de datos, se proporciona tanto a técnicos como a ciudadanos una herramienta que permite enlazar la información arqueológica con la

urbanística y; mediante este nexo, permite una mayor articulación del desarrollo urbanístico, acorde con las directrices fijadas en el PGOU.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo Barrantes, I. (1998): “Aplicación de la Informática en el Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida”, *Excavaciones arqueológicas en Mérida*, pp. 387-396.
- Arroyo Barrantes, I.; Barrientos Vera, T.; Mateos Cruz, P. (2011): “Proceso de diseño y configuración de un sistema de información para la gestión del patrimonio emeritense”, *Anejos de AEspA LIX, Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio, Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, Mérida, 2011, págs. 683-697.
- Ayala, G.; Fitzjohn, M. (2002): “Seeing is believing: questions of archaeological visibility in the Mediterranean”, *Antiquity*, 76, n.º 292, pp. 337-338
- Baena Preysler, J. (2003): *La Arqueología peninsular y los SIG: presente y futuro*. ArqueoWeb. <[http:// www.ucm.es/info/arqueoweb](http://www.ucm.es/info/arqueoweb)> 5 (1).
- Barbudo Gironza, F. (2006): *Mérida, su desarrollo urbanístico. Desde los planos de alineaciones al Plan General del Conjunto Histórico-Arqueológico*, Asamblea de Extremadura, 386 pp.
- Barrientos Vera, T.; Arroyo Barrantes, I.; Marín Gómez-Nieves, B. (2004): “Proyecto de renovación del sistema de gestión de datos arqueológicos en el Consorcio: el SIG de patrimonio emeritense (1ª fase: 2004-2007). Diseño y configuración”, *Mérida, excavaciones arqueológicas*, Nº 10, 2004, pp. 551-575.
- Bermúdez, J. (2000): *La aplicación de los sistemas de información geográfica a la Arqueología*. Tesis Doctoral leída en la Universidad Autónoma de Madrid, mayo 2001 (inédita).
- Bermúdez Sánchez, J. (2006): “El análisis de las redes viarias en la antigüedad a partir de las posibilidades que ofrecen los SIG. Rutinas para el cálculo acumulado de vías óptimas con el programa IDRISI”, en I. Grau Mira (ed.): *La Aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*, Alicante, pp. 91-98.
- Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la

Comunidad Europea (Inspire). Diario Oficial de la Unión Europea, 25 de abril de 2007, num. 108, pp. 1-14.

- Capel, H. (2003): “*Quo vadis Geographia?* La geografía española y los concursos para la habilitación del profesorado universitario”, *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Vol. VIII, n.º 469.
- Capel, H. (2005): “Las TIG en los concursos de habilitación para profesores titulares de geografía humana”, *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Vol. X, n.º 620
- Chuvieco, E. *et al.* (2005): ¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía? *Boletín de la AGE*, n.º 40, 3555.
- Codd, T. (1970): “A relational model of data for large shared data Banks”, *Communications of the ACM*, Volume 13-6, pp. 377-387.
- Fiz, J. I. (2004): *FORMA TARRACONIS?: La aplicación de nuevas tecnologías para una restitución planimétrica de Tarraco*, tesis doctoral.
- Fujimoto, Y. (2009): “Information standards for Cultural Heritage with the ISO 191XX series”. *22nd CIPA Symposium*, October 11-15, Kyoto, Japan.
- González Pérez, C. A. (1998): “GIS, Arqueología y Paisaje: una crítica constructiva”, *Arqueología Espacial 19-20, Arqueología del Paisaje*, Teruel, pp. 71-77.
- Grau Mira, I. (2011): “Movimiento, circulación y caminos en el paisaje digital. La aplicación de los SIG en el estudio arqueológico de los desplazamientos humanos”, *Anejos de AEspA LIX, Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio, Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, Mérida, 2011, pp. 369-382.
- Lock G. Stancic, Z. (eds) (1995): *Archaeology and Geographical Information Systems. A European perspective*. Taylor and Francis, London.
- Lozano Bartolozzi, M<sup>a</sup>. DEL M. (1999): “Mérida. Algunas consideraciones sobre la gestión de su patrimonio. El Consorcio de la ciudad monumental de Mérida”. *Mérida: ciudad y patrimonio, Revista de Arqueología, Arte y Urbanismo*, N° 3, pp. 9-24.



- Mateos Ceuz, P. (1999): “La arqueología urbana en Mérida durante 1999”, *Mérida, excavaciones arqueológicas*, Nº 5, pp. 13-18.
- MORA, G. (2004): *Historia de la investigación, Las capitales provinciales de Hispania 2: Mérida Colonia Augusta Emérita*, DUPRÉ RAVENTÓS, X. (ed.).
- Urbano, R. F.; Soriano, P. J. (2011): “Empleo de los SIG en la gestión arqueológica del territorio. La experiencia de la Carta Arqueológica Municipal de Córdoba”, *Anejos de AEspA LIX, Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio, Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, 2011, pp. 79-86.
- Parcero Oubiña, C.; González Pérez, C. A. (2011): “Los SIG y la gestión de la información arqueológica”, *Anejos de AEspA LIX, Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio, Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, Mérida, pp. 481-489.
- *Plan Especial de Ordenación Urbana de Mérida (PGOU)*. Revisión del año 2000, Plan Especial del Conjunto Histórico-Arqueológico, Urbanismo y Arquitectura López-Bermúdez S. L., 2000.
- Sáenz, P.; Ordóñez, F.; García, E. García-Dils, S. (2000): “Aplicaciones de los SIG al territorio y casco urbano de Écija (Sevilla) (Proyecto AstiGIS)”, *Sistemas de Informação Arqueológica: SIG's aplicados à Arqueologia da Península Ibérica*, Actas del 3er Congreso de Arqueología Peninsular. Vol X, pp.15-42
- Sebastián López, M.; Martínez-Bea, M. (2011): “Metodología de análisis de la transformación del paisaje en abrigos con arte rupestre del valle del Ésera”, *Anejos de AEspA LIX, Tecnologías de Información Geográfica y Análisis Arqueológico del Territorio, Actas del V Simposio Internacional de Arqueología de Mérida*, Mérida, pp. 135-144.
- Silver, G. A. y Silver, M. L. (1989): *Systems Analysis and Design*. Reading, Addison Wesley.
- Vermeulen F. (2001): “The potential of GIS, Proceedings of the Cost action G2, On the Good use of geographic Information Systems in Archaeological Landscape studies”. *European Commission*, Luxembourg, pp.9-16.

- Wheatley, D; Gillings, M. (2003): *Spatial Tecnology and Archaeology: the archaeological applications of GIS*, London and New York.